



FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO
“ESCENARIOS ENERGÉTICOS DEBIDO AL BROTE DEL
GORGOJO EN HONDURAS”

SUSTENTADO POR:
JUAN FERNANDO REYES MEZA
JUAN GABRIEL EL VIR HERNÁNDEZ

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

MÁSTER EN
GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

TEGUCIGALPA, F.M, HONDURAS, C.A.

JULIO 2019

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

DECANA DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

CLAUDIA MARÍA CASTRO VALLE



FACULTAD DE POSTGRADO

ESCENARIOS ENERGÉTICOS DEBIDO AL BROTE DEL GORGOJO EN HONDURAS

NOMBRE DE LOS MAESTRANTES:

JUAN GABRIEL ELVIR HERNÁNDEZ

JUAN FERNANDO REYES MEZA

Resumen

Este trabajo tiene como propósito determinar cuáles han sido los efectos de brote del gorgojo descortezador en el sector energía de Honduras, tomando en consideración la cantidad de área de bosque talada, el volumen de madera afectada y la energía generada por biomasa. Los objetivos que se buscaron con este trabajo fueron: Analizar potencial energético de la biomasa originada por el brote del gorgojo, identificar lugares afectados por el gorgojo, identificar generadores que están aprovechando la biomasa, plantear ventaja y desventaja del uso de la biomasa debido al gorgojo. La metodología que se implementó para desarrollar la investigación comenzó con entrevistas a expertos en el tema para obtener varios puntos de vista, se recopiló datos de anuarios estadísticos de ICF, ENEE e investigaciones, se procedió a procesarlos en el Software Long-range Energy Alternatives Planning system (LEAP), para crear escenarios energéticos. El análisis arroja que el gorgojo se comporta de forma ciclica. Se concluyó que para el año 2021 no se podrá cubrir la demanda de energía con el rubro biomasa, sino será hasta el año 2025 que haya un brote nuevo.

Biomasa, Demanda, Energía, Gorgojo, Madera.



GRADUATE SCHOOL

ESCENARIOS ENERGÉTICOS DEBIDO AL BROTE DE GORGOJO EN HONDURAS

NOMBRE DE LOS MAESTRANTES:

JUAN GABRIEL ELVIR HERNÁNDEZ

JUAN FERNANDO REYES MEZA

Abstract

The Aim of this work has been to determine the effects of the outbreak of the bark beetle in the energy sector of Honduras, taking into account the amount of forest area cut, the volume of wood affected and the energy generated by biomass. The objectives sought with this work were: Analyze energy potential of the biomass originated by the outbreak of the weevil, identify places affected by the weevil, identify generators that are taking advantage of the biomass, raise advantage and disadvantage of the use of the biomass due to the weevil. The methodology that was implemented to develop the research began with interviews with experts in the subject to obtain different points of view, data was collected from statistical yearbooks of ICF, ENEE and research, proceeded to process them in the Software Long-range Energy Alternatives Planning system (LEAP), to create energy scenarios. The analysis shows that the weevil behaves cyclically. As an important conclusion, for the year 2021 the demand for energy can not be met with the biomass item, but it will be until 2025 that there will be a new outbreak.

.Beetle, Biomass, Demand, Energy, Wood.

DEDICATORIA

A mi amada madre María Cristina Hernández Trejo por su aliento y fuerza para ayudarme a culminar esta maestría e inspirarme a seguir adelante en todos mis proyectos; a mi amada esposa Clelian Yamileth Espinal Castañeda por su apoyo incondicional durante este arduo proceso de formación, ya que sin el apoyo de ustedes mis amadas difícilmente hubiese podido terminar este proyecto, a mis hermanas y hermano que siempre me dieron ánimos para seguir adelante y no claudicar.

Para mis padres Oscar Reyes Saucedo y María Sonia Meza por guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaron, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento; a mi hermano Jesús Reyes y a mi novia Claudia Mejía quienes me apoyaron y alentaron para continuar cuando parecía que me iba a rendir.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarnos en todo momento y darnos fuerza para poder culminar esta maestría, a nuestro asesor de tesis Dr., Ing. Wilfredo Flores por orientarnos y compartir sus conocimientos durante el desarrollo de este trabajo de investigación; a todos los catedráticos que con la enseñanza de sus valiosos conocimientos que pudimos implementar para finalizar esta tesis. Al Dr., Ing. Jorge Cárcamo por su valiosa colaboración y apoyo brindado; a la Compañía Azucarera Tres Valles por permitir desarrollarme profesionalmente de igual forma al MSc., Ing. Wilson Henríquez por su apoyo durante el tiempo que duró esta maestría.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 BALANCE ENERGETICO DE HONDURAS.....	6
2.2 GORGOJO DESCORTEZADOR.....	7
2.3 CICLO DE REPRODUCCIÓN DEL GORGOJO	9
2.4 ESPECIES DE CONÍFERAS AFECTADAS QUE SE ENCUENTRAN EN HONDURAS.....	15
2.5 POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA ORIGINADA POR EL BROTE DE GORGOJO	15
2.5.1 DETERMINACIÓN DEL PODER CALORÍFICO DE LA MADERA DE PINO	20
2.6 MARCO LEGAL	23
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	25
3.1 IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA	25
3.2 FLUJOGRAMA	27
CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	28
4.1 ESCENARIO TOMANDO EN CONSIDERACION LA DEMANDA DE ENERGÍA.....	28
4.2 ESCENARIO GENERACIÓN POR MEDIO DE BIOMASA AFECTADA POR GORGOJO DESCORTEZADOR.....	31

4.3 ESCENARIO GENERACIÓN DE ENERGÍA OFERTADA SIN PRESENCIA DE GORGOJO	35
CONCLUSIONES	39
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Historial de áreas afectadas por el Escarabajo D. Frontalis.....	3
Tabla 2. Periodos y áreas afectadas por el gorgojo descortezador de pino en Honduras.....	12
Tabla 3. Generación de energía eléctrica en el año 2018, por tecnología.....	17
Tabla 4. Compañías generadoras de energía eléctrica con biomasa.....	18
Tabla 5. Porcentaje de energía consumido con biomasa afectada por gorgojo vs consumo de energía total.....	18
Tabla 6. Potencial energía generada.....	19
Tabla 7. Comparativo de análisis energético, bagazo de caña de azúcar y pino oocarpa.....	23
Tabla 8. Histórico de Empresas generadoras de energía por biomasa en Honduras.....	28
Tabla 9. Tabla de conversiones (OLADE).....	29
Tabla 10. Calculo de peso de biomasa en toneladas métricas.....	29, 30
Tabla 11. Datos de energía ingresados a software LEAP para crear escenario de demanda..	30,31
Tabla 12. Volumen de madera afectada por gorgojo [m ³].....	32
Tabla 13. Peso en toneladas métricas de madera afectada por gorgojo.....	33
Tabla 14. Datos de energía ingresados a software LEAP para crear escenario con gorgojo...	33, 34
Tabla 15. Toneladas métricas de aserrín.....	35
Tabla 16. Energía generada con biomasa de aserrín.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Balance energético de Honduras.....	6
Figura 2. Especies de gorgojos que existen en Honduras.....	7
Figura 3. Géneros de gorgojo descortezador de la subfamilia Scolytinae.....	8
Figura 4. Estado de desarrollo del gorgojo de pino.....	9
Figura 5. Túneles formados por el gorgojo y color azulado introducido en el tronco.....	10
Figura 6. Fases de expansión del gorgojo.....	11
Figura 7. Costo ambiental (ha) debido a plaga de gorgojo descortezador.....	13
Figura 8. Mapa de área afectada por plaga del gorgojo descortezador al año 2018.....	14
Figura 9. % Consumo de energía proveniente de madera afectada por gorgojo.....	19
Figura 10. Poder Calorífico versus % humedad.....	22
Figura 11. Flujograma para desarrollo de investigación.....	27
Figura 12. Escenario energético con demanda.....	31
Figura 13. Escenario energético con gorgojo.....	34
Figura 14. Escenario energético sin gorgojo.....	37
Figura 15. Escenarios energéticos con gorgojo, sin gorgojo y demanda de biomasa ascendente...	38

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se comenzó con una breve explicación del propósito de la investigación, identificación del problema, antecedentes, justificación y se mostraran los objetivos generales y específicos.

1.1 INTRODUCCIÓN

Honduras; un país rico en recursos naturales por su ubicación geográfica y uno de los pocos que cuenta con esta característica diversificada de recursos, que a su vez constituyen un gran potencial para el desarrollo de proyectos de energía renovable; dentro de los cuales se destacan la energía hidroeléctrica con una participación de 26.1 % en la matriz energética del país, la energía eólica con una participación de 8.3 %, la generación de energía eléctrica con paneles fotovoltaicos cuya participación es de 18.9 %, la generación de energía geotérmica la cual tiene una participación de 1.3 % y por último la generación de energía eléctrica con biomasa que cuenta con una participación actual de 7.8 % en la matriz energética del país (ENEE, 2018).

Este estudio se enfoca en la producción de biomasa, específicamente madera atacada por el gorgojo descortezador (*Dendroctonus frontalis Zimmermann*); la producción de energía en forma de electricidad y energía en forma de calor.

Son muchos los factores que influyen en el alto índice de utilización de leña proveniente del bosque (Flores, 2016). La situación socioeconómica del país y atraso en infraestructura de red eléctrica nacional son algunos de ellos.

Las personas que habitan los departamentos urbanizados son las que en su mayoría utilizan la biomasa del bosque para cubrir la necesidad de un combustible que sirva para producción de calor, excepto Francisco Morazán que utiliza más electricidad que biomasa proveniente del bosque para cocción de alimentos (Flores, 2016).

El cambio climático que atraviesa el mundo es otro factor que ha afectado de forma drástica a Honduras, como resultado prolongados periodos de sequía e incremento en la temperatura ambiente; esto ha venido a incrementar el efecto del gorgojo descortezador que ha causado graves daños en algunas zonas de bosque del país, afectando principalmente al bosque de coníferas (Pinus Oocarpa).

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En la actualidad se estima que Honduras cuenta con 5.38 millones de hectáreas de tierra forestales, de las cuales 1.97 millones de hectáreas corresponde a bosque de conífera (ICF, 2017a). Estos bosques son atacados periódicamente por la plaga del gorgojo descortezador.

Los datos existentes en cuanto a abundancia y distribución de los gorgojos del pino en Honduras datan apenas de los años 60's (R. F. Billings et al., 2005). El tiempo transcurrido es muy corto, no ofrece suficiente información sobre los ciclos de brotes para proporcionar una buena indicación de la variabilidad en magnitud y frecuencia de los ataques en el corto y en el largo plazo; hasta que se haya recolectado más información y esté disponible se podrá determinar si los brotes anteriores han sido “naturales” o no, es decir, dentro o fuera del rango de variabilidad natural para Honduras.

Las empresas generadoras de energía por biomasa instaladas en Honduras han observado la oportunidad de cogenerar energía utilizando la biomasa afectada por el gorgojo descortezador.

Tomando en consideración los datos mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Historial de áreas afectadas por el Escarabajo D. Frontalis.

Año	Superficie afectada (ha)	Volumen en pie Afectado (m3)
2008	198.00	10,296.00
2009	398.77	3,604.54
2010	216.43	1,366.97
2011	2.36	70.20
2012	354.16	10,409.50
2013	517.24	15,051.18
2014	15242.36	217,573.28
2015	389,024.38	33,969,607.15
2016	104,483.56	10,718,642.69
2017	66.96	1,741.16
2018	354.41	8,585.22

Fuente: (ICF, 2018).

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Con la finalidad de obtener los objetivos necesarios para dar pie a esta investigación, es necesario dar respuesta al siguiente problema **“Efectos del Gorgojo en el sector energía de Honduras”**.

De aquí surge la investigación cuyo título es: **“Escenarios Energéticos Debido al Brote del Gorgojo Descortezador en Honduras”**.

1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL.

Análisis del efecto del brote del gorgojo descortezador en el sector energía de Honduras.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar potencial energético de la biomasa originada por el brote del gorgojo
- Identificar lugares afectados por el gorgojo
- Identificar generadores que están aprovechando la biomasa
- Plantear ventaja y desventaja del uso de la biomasa debido al gorgojo
- Plantear soluciones para evitar brotes futuros del gorgojo

1.5 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo tiene como propósito determinar cuáles son los efectos de brote del gorgojo descortezador en el sector energía de Honduras, tomando en consideración la cantidad de área de bosque talada, el volumen de madera afectada y la energía generada por biomasa, tomando como base la información proporcionada por *El Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre* (ICF) ya que esta institución es la encargada del manejo de los recursos forestales, así como también recolectar la información necesaria de la situación actual de los bosques, disponibilidad de la biomasa forestal e identificar la procedencia de esta biomasa, al mismo tiempo dar confiabilidad a los datos recolectados; esta información

permitirá a inversionistas analizar la factibilidad de inversión en proyectos de generación de energía eléctrica a través de biomasa forestal.

Los últimos años la biomasa forestal ha presentado una creciente demanda, el aserrín, chip de madera y residuos de la industria maderera, estos son los subproductos que asedian empresas que se dedican a la generación de energía con biomasa.

Flores (2016)

Tradicionalmente el bosque no había tenido importancia económica para los diferentes sectores de la sociedad hondureña, pero la explotación forestal y la industrialización primaria han sido de gran importancia para las empresas procesadoras y en menor grado para el Estado, debido a la recaudación de valores por la venta de madera en bosques nacionales e impuestos de exportación de productores forestales. (p. 67)

En la actualidad, para los inversionistas la generación de energía eléctrica a partir de biomasa forestal no es una actividad atractiva, ya que para esto influyen algunos factores como ser el diseño de las calderas que quemarán este tipo de biomasa y el área de siembra de una fuente primaria entre otros factores; resultaría beneficioso si la fuente principal de biomasa es carbón mineral, bagazo de caña, bagazo de palma africana, King Grass y la biomasa forestal se utiliza en un porcentaje para relleno, sumado a esto si el fin principal de la industria es la cogeneración y no la generación de energía eléctrica como tal, ya que la cogeneración permite la utilización del vapor extraído de las turbinas para fines de cocción y la electricidad resulta como un subproducto que a su vez el excedente de la generación de energía eléctrica se puede vender a la estatal ENEE u a otra demanda.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 BALANCE ENERGETICO DE HONDURAS

Según el balance energético nacional, la leña representa el 43% del consumo final de energía en la matriz energética de Honduras, la leña ha jugado un papel muy importante en la vida cotidiana de la sociedad Hondureña por el uso que se le ha dado a esta materia prima y de igual forma en el sub-sector electricidad con respecto a la generación de energía debido a la abundancia de biomasa generada por la plaga del gorgojo descortezador de pino.

La figura 1 nos muestra la conformación de la matriz energética de Honduras para el año 2011 mostrando la leña como la materia prima más utilizada para generación de energía.

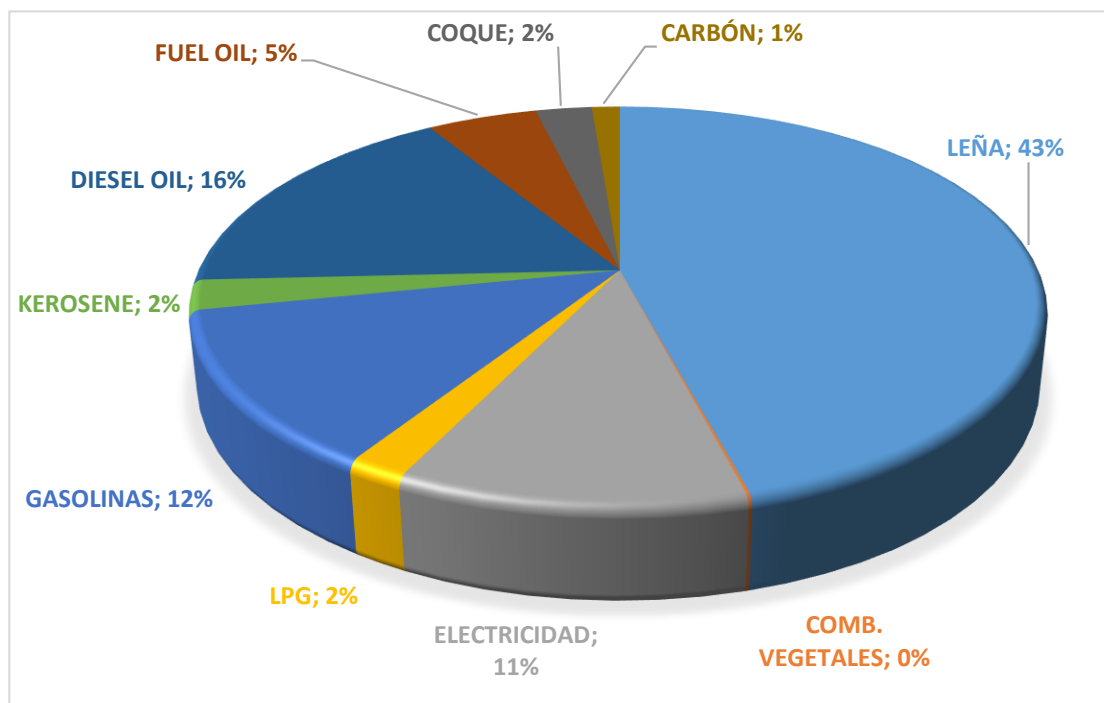


Figura 1. Balance energético de Honduras

Fuente: (Olade, 2014)

2.2 GORGOJO DESCORTEZADOR

Los escarabajos descortezadores pertenecen al orden Coleoptera familia Scolytinae, reciben el nombre de gorgojo de pino en la mayor parte de Centroamérica (R. F. Billings et al., 2005). Ver Figura 2.

Este escarabajo se ha extendido desde el sur de Estados Unidos, México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras y Nicaragua, donde se han registrado ataques importantes desde 1960 (Nowak, Asaro, Klepzig, & Billings, 2008).

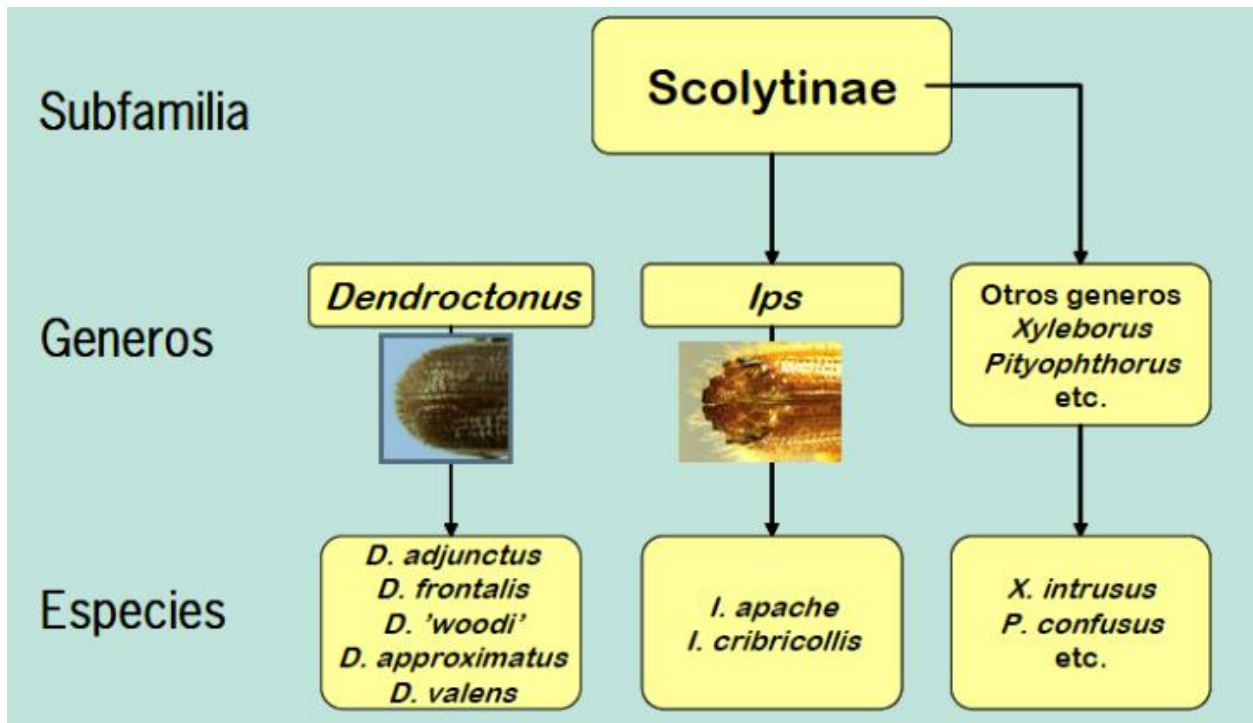


Figura 2. Especies de gorgojos que existen en Honduras.

Fuente: (Thunes, Midtgaard, Kirkendall, & Espino, 2005).

Existen dos tipos de gorgojo que son capaces de devastar grandes áreas de bosque, tales gorgojos son de la misma subfamilia, que se muestran en la Figura 3. Identificando al escarabajo **A** como *Dendroctonus Frontalis* y el escarabajo **B** como IPS.

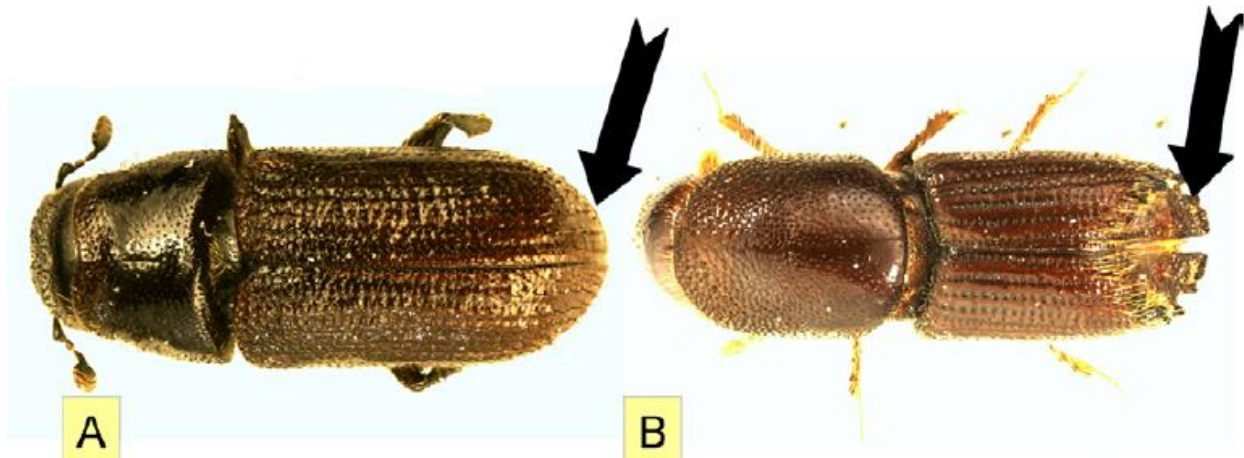


Figura 3. Géneros de gorgojo descortezador de la subfamilia Scolytinae.
Fuente: (Thunes et al., 2005).

Las últimas cuatro décadas el insecto que ha dejado las mayores pérdidas en Centroamérica en cuanto a bosque de conífera es el *Dendroctonus Frontalis* A (D. R. F. Billings & Schmidtke, 2002).

Los escarabajos habitan de manera natural en los bosques de coníferas, siendo parte del funcionamiento del ecosistema. El papel de estos insectos en el ecosistema es principalmente para regular la estructura de comunidades de plantas, contribución a la biodiversidad, adelgazamiento del dosel, a la estructura del suelo y patrones de sucesión (Vega & Hofstetter, 2015).

2.3 CICLO DE REPRODUCCIÓN DEL GORGOJO

El desarrollo del gorgojo de pino tiene una duración de 4 a 6 semanas dentro del árbol, atravesando una metamorfosis completa que consta de las fases, huevo, larva, pupa y adulto (R. F. Billings et al., 2005). Ver Figura 4.



Figura 4. Estado de desarrollo del gorgojo de pino.

Fuente: (R. F. Billings et al., 2005).

La hembra del gorgojo pone huevos a lo largo de galerías en forma de «S» construidas en el interior de corteza y tronco. Las larvas se alimentan de la corteza interior y hacen la transición de larvas a adulto en la corteza del árbol; al término de su desarrollo, el gorgojo adulto perfora la corteza del árbol y emprende vuelo hacia otro árbol para comenzar el ataque y de nuevo comienza el ciclo de reproducción. Si bien es cierto el gorgojo no barrena la madera pero si introduce en ella un hongo de color azul que penetra el tronco, al suceder esto, se reduce significativamente el valor de la madera (R. F. Billings et al., 2005). Ver Figura 5.



Figura 5. Túneles formados por el gorgojo y color azulado introducido en el tronco.

Fuente: (González & E, 2018).

(R. F. Billings et al., 2004):

Los ataques iniciales se dirigen en general a árboles debilitados. Sin embargo, es la capacidad para matar árboles sanos lo que hace del *D. frontalis* una plaga. Una vez que inician un ataque contra el tronco del árbol, los insectos segregan un conjunto de feromonas de agrupamiento que atraen a ambos sexos. Miles de gorgojos adultos pueden responder a estas feromonas y olores de resina, y su ataque concentrado desborda el sistema defensivo del árbol (producción de resina). Cuando hay feromonas de agrupamiento, los gorgojos salientes atacan a menudo árboles en la periferia de la infestación, haciendo que ésta se extienda rápidamente y elevando la mortalidad de los árboles. (s.p.)

Las fases de expansión del gorgojo en el bosque se detallan a continuación:

Fase 1. Pinos recién atacados

Esta etapa inicia con el ataque de las hembras del gorgojo que son las primeras en llegar al árbol, una vez dentro del árbol expiden feromonas de atracción de los machos conduciendo a una infestación del árbol como resultado la muerte del árbol, los árboles en esta etapa no presentan ningún cambio de coloración en su follaje (González & E, 2018).

Fase 2. Pinos con crías de gorgojo.

En esta fase eclosionan de sus huevos las larvas de escarabajo e inician su alimentación en la corteza interna a medida se desarrollan las larvas se van desplazando hacia la corteza exterior donde cambian a pupas y finalmente a adulto. Los arboles presentan algunos cambios en el follaje

color verde amarillo y o rojizo, grumos de resina color blanco, aserrín en pequeñas cantidades en la base del troco y perforaciones de salida en el troco del árbol (González & E, 2018).

Fase 3. Pinos muertos y abandonados por el gorgojo descortezador.

Los gorgojos adultos emergen del huésped ya muerto y toman vuelo en busca de otro árbol (González & E, 2018). La Figura 6, muestra el estado y características de los árboles en las distintas etapas de ataque.

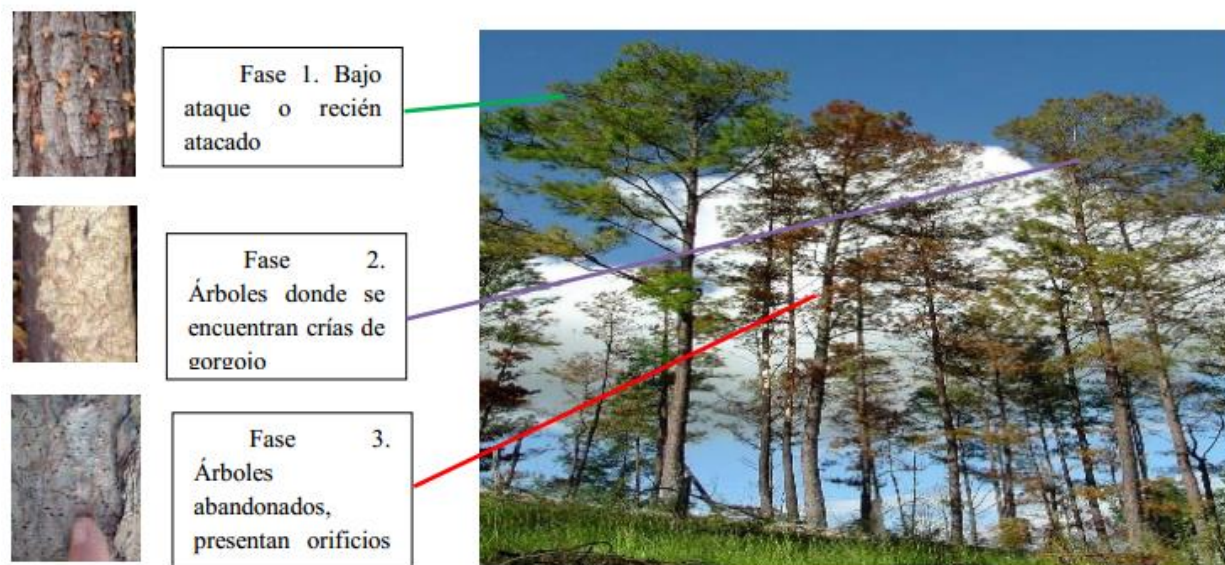


Figura 6. Fases de expansión del gorgojo.

Fuente: (González & E, 2018).

Otra característica que contribuye al potencial destructivo del gorgojo es que sus brotes son cíclicos, en América Central ocurre cada 10 a 20 años y pueden durar de 2-5 años; de no aplicar ningún control en temporada de reproducción de la plaga, el bosque sano podría ser afectado de forma drástica (R. F. Billings et al., 2005).

En la Tabla 2 se muestran los periodos de afectación, costo ambiental, departamentos afectados y las posibles causas de desarrollo de esta plaga, para Honduras.

Tabla 2. Periodos y áreas afectadas por el gorgojo descortezador de pino en Honduras.

Periodos de afectación	Costo ambiental	Departamentos afectados	Elementos causales
1962-1965	Más de 2 millones de hectáreas, con un impacto de devastación de 150,000 hectáreas por mes.	Departamentos de oriente y occidente.	
1982-1984	8,500 hectáreas	Ocatepeque, Lempira, Comayagua, Intibucá, Atlántida, Francisco Morazán, El Paraíso, Olancho.	Plagas forestales endémicas, corte, quemas del bosque sin el proceso técnico adecuado.
1996-1998	45,000 hectáreas		Plagas forestales, deforestación, falta de marco legal que regule lo concerniente a lo forestal.
2000-2002	24,000 hectáreas		Huracanes, actividades humanas (quema del bosque para cultivos básicos), y cambio en el régimen de lluvias.
2003- 2005	21,000 hectáreas	Francisco Morazán, Comayagua, Olancho.	Poca efectividad en los planes de manejo, incendios forestales, cambio en el régimen de lluvias.
2013-2014	14,000 hectáreas	Olancho, Comayagua, El Paraíso, Francisco Morazán, Yoro.	Fenómeno de El Niño, la deforestación, incendios forestales, sequia, alta densidad de árboles en bosque no manejados, estrés en los arboles de pino por el cambio climático.
2015-2018	493,862.35 hectáreas	Atlántida, Comayagua, El Paraíso, Francisco Morazán, Olancho, Noroccidente, Occidente, Pacifico, Yoro.	Fenómeno El Niño, la deforestación, incendios forestales, sequia, alta densidad de árboles en bosque no manejados, estrés en arboles de pino por el cambio climático.

Fuente: (López & Mendoza, 2015).

En la figura 7 se muestra el impacto ambiental producido por la paga de gorgojo descortezador en el bosque de coníferas de Honduras, mostrando un daño superior en los años 60's.

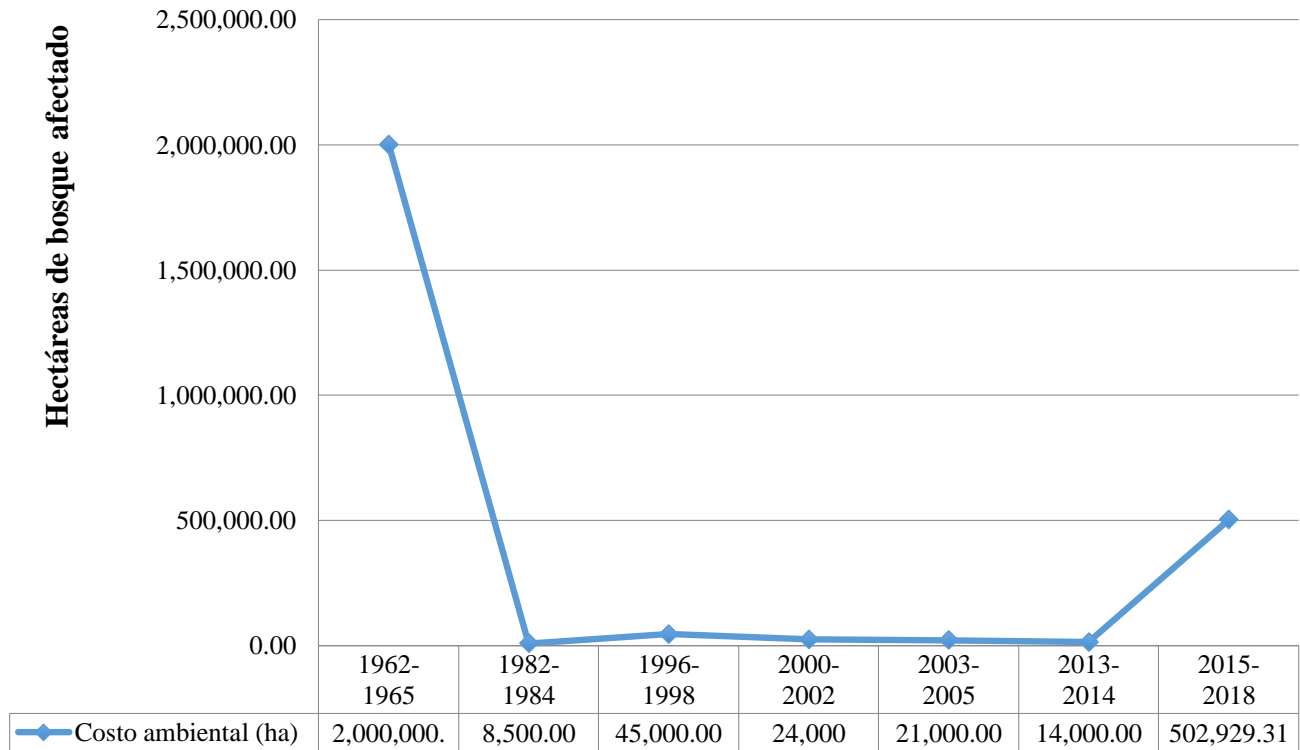


Figura 7. Costo ambiental (ha) debido a plaga de gorgojo descortezador.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Actualmente Honduras cuenta con un área de bosque de conífera de 1,972,675.12 hectáreas; el área de bosque afectada por el brote de gorgojo descortezador acumulado del 2014 al 2018 es de 511,504 ha lo que equivale al 26 % de la superficie cubierta por bosque de conífera en Honduras (ICF, 2018).

En la figura 8 se muestra el área de bosque afectada en Honduras por el brote de gorgojo descortezador acumulado al año 2018.

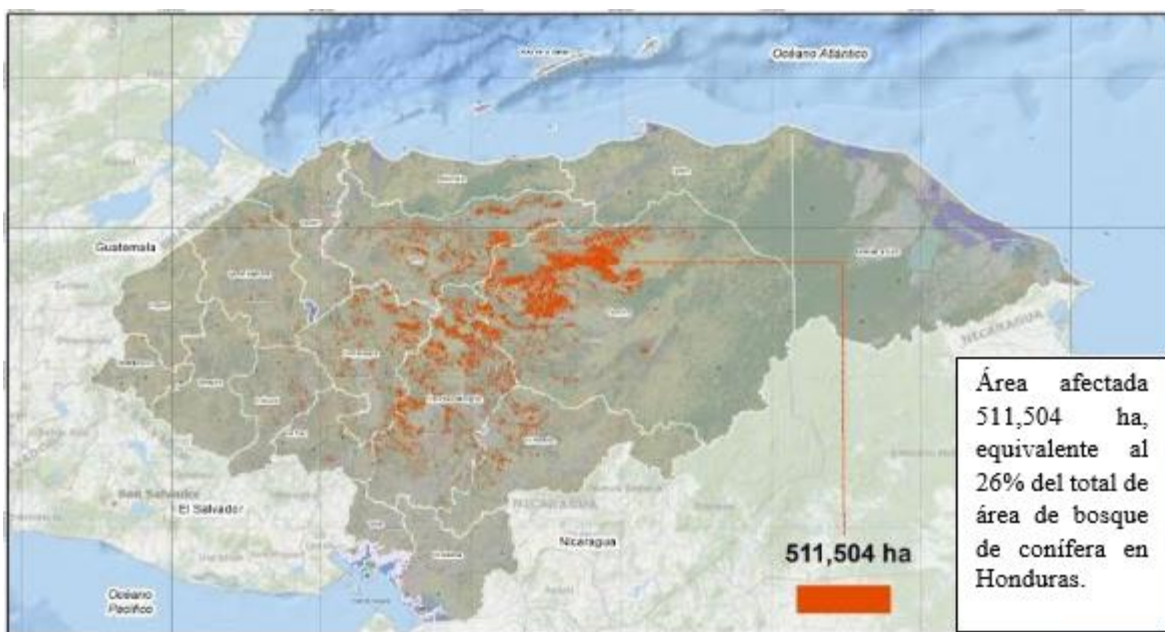


Figura 8. Mapa de área afectada por plaga del gorgojo descortezador al año 2018.

Fuente: (ICF, 2018).

Se han realizado investigaciones con el fin de encontrar una relación entre el cambio climático, el estrés del pino y los brotes de gorgojo, sin poder llegar a una conclusión clara que asevere esta relación (Rivera Rojas, Locatelli, & Billings, 2010). “Otros autores ligan al parecer la ocurrencia de brotes a factores como disturbios climáticos, características intrínsecas como la dinámica poblacional del insecto y la alta densidad de árboles en bosques no manejados” (Rivera Rojas et al., 2010, p. 71).

En lo que consiste la adaptación al cambio climático que vivimos hoy en día es en los ajustes de sistemas tanto ecológicos como sociales y económicos, las acciones de adaptación disminuyen los riesgos (vulnerabilidad) al prepararse para efectos adversos (Spittlehouse, 2005).

“Si bien los ecosistemas forestales se adaptarán de manera autónoma, su importancia para la sociedad significa que deseamos influir en la dirección y el momento de esta adaptación en algunas ubicaciones” (Spittlehouse, 2005, p. 692).

Existe una falta de conciencia en la comunidad forestal sobre los riesgos del cambio climático, ya que la actividad humana es la que más impacta en este (Williamson, Parkins, & McFarlane, 2005, pp. 712-713).

2.4 ESPECIES DE CONÍFERAS AFECTADAS QUE SE ENCUENTRAN EN HONDURAS

Las principales especies de coníferas que se encuentran en Honduras son *Pinus caribaea* y *P. oocarpa*. Las especies *P. pseudostrobus*, *P. maximinoi* y *P. tecunumani* están también presentes en zonas altas. El *Pinus caribaea* (pino del Caribe) crece desde el nivel del mar en tierras bajas de sabanas hasta elevaciones de 600-800 msnm. El *P. oocarpa* se encuentra entre 500 a 1,200 msnm mientras que el pino blanco, *P. pseudostrobus*, se encuentra sobre todo por encima de 1,200 metros. *Pinus maximinoi* y *P. tecunumani* se encuentran comúnmente en rodales junto con *P. oocarpa* por encima de 500 msnm. *Pinus oocarpa* es la principal fuente de madera para la exportación y el uso doméstico, aunque todas las especies se utilizan en cierta medida. (ICF, 2017b, p. 5)

2.5 POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA ORIGINADA POR EL BROTE DE GORGOJO

A nivel mundial los biocombustibles a base de madera representan el 7% del total general de la energía, para países en desarrollo representa aproximadamente el 15%. Existe una variedad de procesos para determinar el potencial energético que poseen los residuos forestales, como ser el método de pirólisis, combustión, gasificación y termoquímicos (Montesino, Alcántara, Mirasol, & Jiménez, 2001).

Para la Unión Europea la biomasa representa la segunda fuente más importante de energía renovable, detrás de la energía hidráulica. En la actualidad con la biomasa se genera un aproximado de 25 millones de TEP/año (Toneladas Equivalentes de Petróleo), esto viene a repercutir en un ahorro de las importaciones energéticas en aproximado de 3 billones de dólares al año, al mismo tiempo genera fuentes de empleo para el sector rural esto, agrega un aporte importante para el desarrollo regional (Montesino et al., 2001).

“Las tres cuartas partes de la población mundial, o sea, aquella que vive en los países menos desarrollados, dependen fundamentalmente de la biomasa como recurso de energía primaria. Se estima que la bioenergía cubre el 35 % de las necesidades energéticas de esos países” (Montesino et al., 2001, p. 84).

Honduras, un país con vocación forestal y en vías de desarrollo es uno de los que posee un grado elevado de dependencia de la biomasa extraída de residuos forestales al ser utilizada como consumo final y con una participación en la matriz energética del 54% según balance energético de Honduras al 2011, y en el sector doméstico con una participación del 89% (Flores, 2016).

Un mal aprovechamiento en este tipo de fuente de energía conlleva a una serie de implicaciones de sostenibilidad, ya que Honduras no cuenta con una política de consumo y producción de leña (Flores, 2016).

Para el cálculo de la valorización energética de cualquier residuo de biomasa consideramos dos aspectos, disponibilidad y poder calorífico; el instrumento que se utiliza para medir el poder calorífico de determinado combustible es el calorímetro adiabático; otro procedimiento para el cálculo del poder calorífico de un combustible se hace mediante ecuaciones que se detallaran más adelante.

Rodríguez Rivas (2009) Argumenta que:

El poder calorífico superior de la madera (PCS) es el valor obtenido de la combustión completa, es decir, con un aporte de oxígeno en exceso por lo que no existirán cenizas y el calor medio será el más alto posible ya que no hay intercambio de calor con el exterior. (p. 14)

De la combustión se obtienen los siguientes productos finales: O₂, CO₂, SO₂ y N₂ en estado gaseoso aunado con agua que está contenida en la muestra, y que se genera a partir del contenido de hidrógeno, en forma líquida (Rodríguez Rivas, 2009).

En la tabla 3 se muestra el acumulado de generación de energía eléctrica durante el año 2018, la energía generada por biomasa equivale al 7% del total general.

Tabla 3. Generación de energía eléctrica en el año 2018, por tecnología

Tipo de planta	Generación	
	Bruta [MWh]	%
Hidráulica Estatal	2,107,902.00	21.3
Térmico Estatal	30,675.90	0.3
Hidráulica Privada	1,153,909.40	11.7
Térmica Privada	2,618,311.30	26.5
Carbón (Térmica Privada)	996,367.90	10.1
Biomasa	694,641.00	7
Eólica	928,704.80	9.4
Fotovoltaica	992,784.80	10
Geotérmica	297,068.40	3
Importación	65,628.40	0.7

Fuente: (ENEE, 2018).

En la tabla 4 se muestra el porcentaje y total de generación de energía eléctrica con biomasa afectada por el gorgojo descortezador de pino.

Tabla 4. Compañías generadoras de energía eléctrica con biomasa

2018			
Empresas Generadoras	Total GWh-año con Biomasa	% Generación con biomasa afectada por gorgojo	Energía generada con biomasa afectada por gorgojo [GWh]
Aceydesa	5.56	0	0
Chumbagua	32.63	0	0
Ecopalsa	4.002	0	0
Palmasa	0.6	0	0
Biogas y Energia S.A.	3.6	0	0
Exportadora del Atlantico	1.3	0	0
Chachaguala	0	0	0
Azunosa	11.28	10	1.13
Cahsa	40.86	10	4.09
Celsur	108.58	10	10.86
Yodeco	0.32	10	0.03
Merendon	125.96	10	12.6
Caracol Knits	16.36	10	1.64
Tres Valles	28.24	15	4.24
Honduras HPGC (GPP)	153.05	27	41.32
La Grecia	7.01	30	2.1
Total Generado	604.27		78

Fuente: (ENEE, 2018) y Elaboración propia (2019).

En la tabla 5 se muestra la energía consumida con biomasa afectada por gorgojo descortezador vs consumo de energía anual total en Honduras para el año 2018.

Tabla 5. Porcentaje de energía generada con biomasa afectada por gorgojo vs generación de energía total

Energía generada con biomasa afectada por gorgojo [GWh-año]	% de energía generada con biomasa afectada por gorgojo	Generación de energía total [GWh-año]
78	1%	9885.99

Fuente: (ENEE, 2018), Elaboración propia (2019).

En la figura 9 muestra el porcentaje de energía con biomasa afectada por gorgojo descortezador vs consumo de energía anual total, el cual equivale al 1% del consumo total en Honduras para el año 2018.

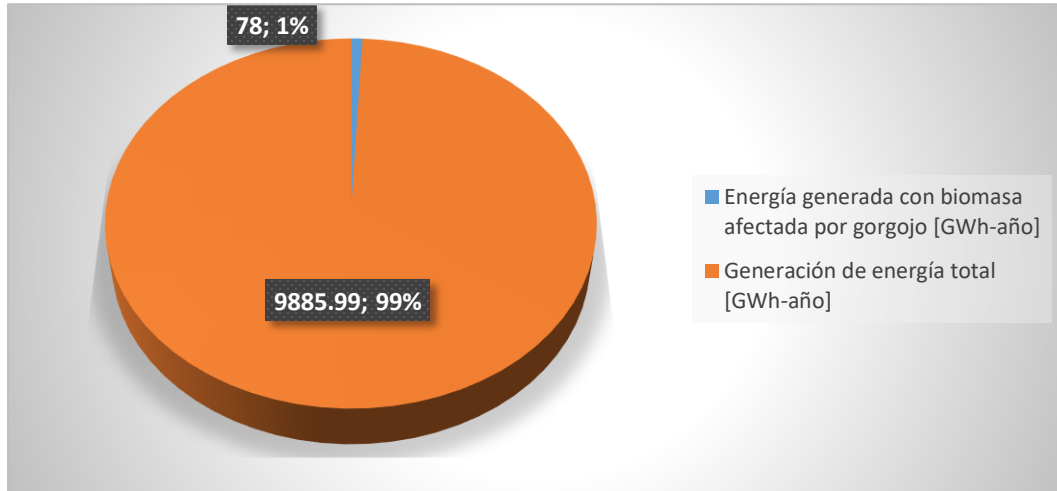


Figura 9. % De energía proveniente de madera afectada por gorgojo

Fuente: Elaboración propia (2019).

En Honduras se estima que se puede generar 368 MWh de forma continua con la biomasa forestal, con una distribución según los planes de manejo y biomasa que no se encuentra dentro de ningún plan (Calderón Amaya, 2015).

En la Tabla 6 Se detalla la procedencia y porcentaje de participación de este potencial en generación de energía eléctrica con biomasa forestal:

Tabla 6. Potencial energía generada.

Procedencia de biomasa	Potencial Generación [MWh]	Participación [%]
Fuera de planes de manejo	220	60%
Planes de manejo	65	18%
Matorrales o guamiles	83	22%
Total	368	100%

Fuente: (Calderón Amaya, 2015).

En el caso de los bosques de pino se asume que para la generación de electricidad solamente se aprovecharía madera proveniente de residuos o madera que es producto de raleo de árboles jóvenes (Calderón Amaya, 2015).

El costo de la tonelada de biomasa forestal chipeada anda en promedio de 690 Lempiras, esto si la procedencia de la biomasa es de desperdicios de aprovechamiento, cuando la biomasa proviene de actividades de raleo el costo ronda los 965 Lempiras/Ton (Calderón Amaya, 2015).

Las empresas que generan energía eléctrica con biomasa están haciendo uso del aserrín que producen como desecho los aserraderos, como resultado de esta actividad de compra para generación de electricidad la disponibilidad del aserrín en la industria maderera ha bajado notablemente y como es sabido que los mercados se mueven con base en la oferta y la demanda el precio del aserrín ha aumentado (Calderón Amaya, 2015).

2.5.1 DETERMINACIÓN DEL PODER CALORÍFICO DE LA MADERA DE PINO

Rodríguez Rivas (2009) Argumenta:

En el caso que nos ocupa, el poder calorífico es la energía contenida en una unidad de masa de combustible en cada especie forestal, y que se desprende al producirse una reacción donde se produce la ruptura del esqueleto carbonado de un compuesto cuando se quema en atmósfera oxidante, generalmente oxígeno o flúor en fase gaseosa. Si la experiencia calorimétrica se realiza en condiciones perfectamente definidas, puede calcularse la variación de la energía que se produce en la misma. El conocimiento de esta cantidad nos proporciona información sobre la magnitud y virulencia que el fuego va a presentar, esto depende de dos factores: la naturaleza del combustible y el contenido de humedad, el cual varía en función de las condiciones bioclimáticas del área, especialmente de la cantidad de lluvias y temperatura. Los parámetros termoquímicos dependen de la naturaleza del combustible de las especies forestales, la naturaleza de los gases volátiles originados durante su combustión, la superficie natural vegetal y la humedad contenida tanto en el interior del material como en el ambiente. Uno de los métodos más comunes usados para determinar el calor o flujo de energía que se desprende en la combustión de una muestra, consiste en medir la elevación de temperatura que sufre una masa de agua contenida en un recipiente de volumen constante que no deje escapar el calor utilizando un calorímetro de bomba. (p.14)

El poder calorífico se define como la cantidad de energía liberada en forma de calor en un kilogramo, o en un metro cúbico de combustible cuando se quema por completo en un ambiente a presión constante de 101 Kpa y 25 °C, en condiciones normales. En otros términos, el poder calorífico es el valor absoluto de la entalpía. (Arroyo & Reina, 2016, p. 24)

La fórmula a continuación describe como realizar el cálculo:

Donde:

hc: entalpía

kJ: kilo Joule

kg: kilogramo

$$\text{Poder Calorífico} = |h_c| \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) * (\text{Combustible}) \quad (1)$$

“Es importante acotar que en todos los procesos técnicos industriales interesa solo el poder calorífico inferior PCI, debido a que el calor de la condensación del vapor de agua que contienen los gases resultantes de la combustión no resulta utilizable” (Arroyo & Reina, 2016, p. 24).

La fórmula a continuación detalla el cálculo del poder calorífico inferior.

Donde:

PCI: Poder Calorífico Inferior

PCS: Poder Calorífico Superior

u: Humedad del combustible

h: hidrogeno

$$\text{PCI} = \frac{\text{PCS} - 600(u + 9h)}{1 + u} \quad (2)$$

Donde, PCS es el poder calorífico superior obtenido mediante el uso de un calorímetro adiabático, 600 es el calor de vaporización a 0 °C [kcal/kg], “u” representa la humedad del combustible (referida al peso seco), 9 kilos de agua que se forman al oxidar un kilo de hidrógeno y “h” la proporción de hidrógeno 6,1 %. (Arroyo & Reina, 2016, p. 24)

Es de observar en los porcentajes de humedad, que de este resultado depende el grado calorífico que se puede aprovechar. Procesos a gran escala como el secado, previo a la combustión

en la caldera u otro dispositivo, son de vital importancia; es ahí donde desempeña un papel importante la humedad de la biomasa.

El poder calorífico que posee la biomasa existente en los distintos aserraderos va a depender de la forma en que se almacene, de ahí parte la energía que pueda almacenar la biomasa en función de la humedad que posea; se considera que un 10% de humedad en la biomasa es óptimo para su aprovechamiento energético (Arroyo & Reina, 2016).

La curva característica que se muestra en la Figura 10 nos indica que a mayor humedad se obtiene menos poder calorífico, por lo que es importante conocer el origen y la manipulación que se ha dado a la biomasa residual.

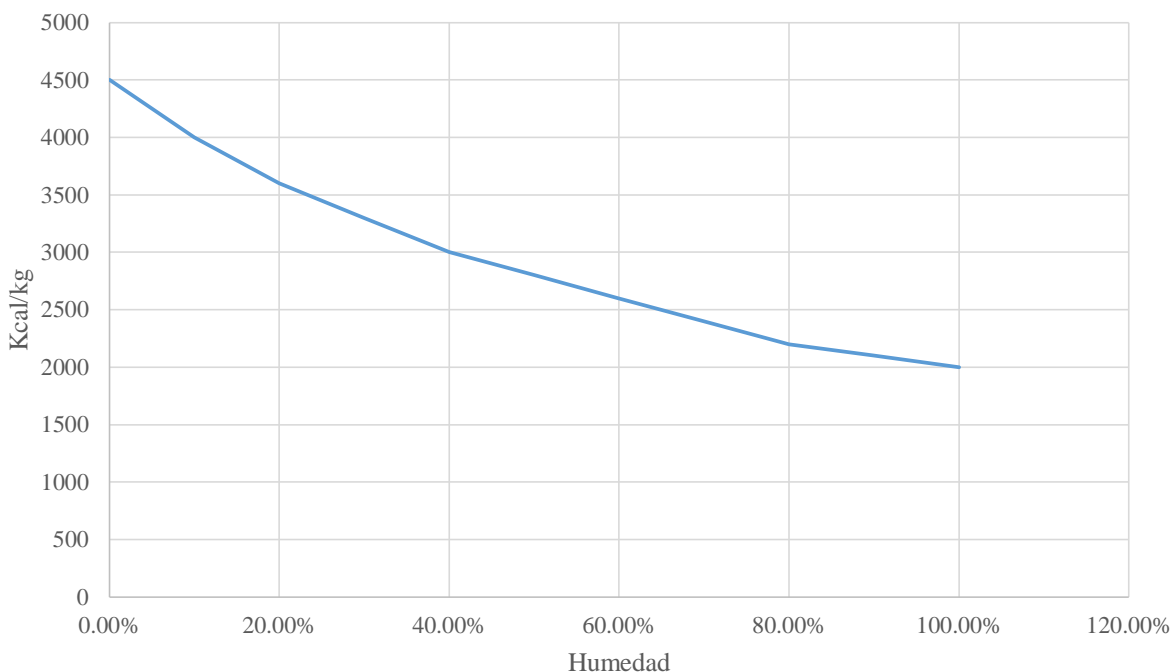


Figura 10. Poder Calorífico versus % humedad.

Fuente: (Arroyo & Reina, 2016).

La Tabla 7. muestra los análisis realizados concernientes al potencial energético del bagazo producto de la caña de azúcar y el potencial energético contenido en la biomasa producto del pino oocarpa afectado por el gorgojo descortezador *Dendroctonus Frontalis*.

Tabla 7. Comparativo de análisis energético, bagazo de caña de azúcar y pino oocarpa.

No.	Biomasa	Tipo análisis	Humedad	PCS	PCI	Análisis Energético Kcal/Kg			
				(MJ/kg) 1MJ=238.85 Kcal	(MJ/kg)	PCSV	PCIv	PCSp	PCIp
Factor limitante			51/12			2195/1739			
1	Caña Azúcar	Base Húmeda	9.5	17.2	15.77	4110	3768	4110	3748
	Bagazo Tras Molienda	Base seca	-	19	17.66	4540	4219	4540	4201
2	Pino-Aserrín	Base Húmeda	8.0	17.59	16.23	4202	3879	4202	3860
		Base seca	-	19.1	17.84	4564	4261	4565	4244

Fuente: Elaboración propia (2019). Análisis Energético del bagazo de caña de azúcar y aserrín de Pinus Oocarpa afectado por el gorgojo descortezador *D. frontalis*; realizado en Centro Tecnológico CARTIF, España.

2.6 MARCO LEGAL

La Ley general de ambiente señala “La protección, conservación, restauración y manejo sostenible del ambiente y de los recursos naturales son de utilidad pública y de interés social (CONGRESO NACIONAL, 1993b). El Gobierno Central y las municipalidades propiciarán la utilización racional y el manejo sostenible de esos recursos, a fin de permitir su preservación y aprovechamiento económico. El interés público y el bien común constituyen los fundamentos de toda acción en defensa del ambiente; por tanto, es deber del Estado a través de sus instancias técnicas administrativas y judiciales, cumplir y hacer cumplir las normas jurídicas relativas al ambiente.

La institución que encabeza el sector ambiental es la Secretaria de Estado en los Despacho de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (Mi Ambiente) (CONGRESO NACIONAL, 1993a), a la cual le corresponde la formulación, coordinación, ejecución y evaluación de las políticas relacionadas con la protección y aprovechamiento de los recursos hídricos, las fuentes

nuevas de energía renovable, la generación y transmisión de energía hidroeléctrica y geotérmica, así como la actividad minera, y de la exploración y explotación de hidrocarburos; también le concierne la flora, fauna y así mismo el control de todo tipo de contaminación.

La institución que ejecuta las políticas de conservación y desarrollo forestal es el (ICF) (CONGRESONACIONAL, 2008). El cual está adscrito a Mi Ambiente (Alvarado & Castillo, 2014); al ICF le corresponde preparar planes de control de plagas, enfermedades forestales y protección contra incendios.

Debido a la problemática presentada en el año 2014, el Instituto de Conservación Forestal (ICF) solicito al Comité Nacional de Protección Forestal, áreas protegidas y vida silvestre (CONAPROFOR), aprobaron declaratoria de emergencia forestal en varios departamentos de Honduras (acuerdo CONAPROFOR 001-2014 fundamentado en el decreto No. 98-2007 y a la ley del sistema Nacional de Gestión de Riesgos).

En el año 2015 se aprobó el acuerdo No. 031-2015 el indica el procedimiento especial para la aprobación de planes de saneamiento en áreas afectada por la plaga del gorgojo de pino (CONGRESONACIONAL, 2016)

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 emergencia Forestal a nivel nacional por el ataque de la plaga del gorgojo de pino. Artículo 5, autoriza al Instituto Nacional de Conservación Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) para que a partir de la fecha de entrada en vigencia del presente decreto, proceda a utilizar el producto y subproducto forestal proveniente de las áreas nacionales promover el uso de la biomasa forestal para la generación de energía (Alvarado & Rivera, 2015).

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA

A continuación se detalla la metodología a implementar para el desarrollo de la investigación, planteando dos variables, dependiente e independiente, siendo la variable dependiente la energía generada con biomasa afectada y la variable independiente las toneladas de biomasa afectada por el gorgojo descortezador.

Se utilizará como herramienta el Software *Long-range Energy Alternatives Planning system* (LEAP), para crear escenarios energéticos con datos recopilados de anuarios estadísticos de ICF, ENEE e investigaciones publicadas en la web, con el fin de dar respuesta a los objetivos específicos y generales planteados.

Considerando la situación actual de la plaga que afecta nuestros bosques planteamos la siguiente Hipótesis:

Hi: Demostrar que el volumen de madera afectada por el gorgojo descortezador *Dendroctonus Frontalis* no será suficiente para suplir la demanda de biomasa para generación de energía a medida los brotes sea controlado.

Recolección de datos: Este proceso inicio mediante la compilación de información de fuentes oficiales e instituciones gubernamentales como ser: Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal (ICF) e Instituto nacional de Estadísticas INE. Dicho proceso estuvo lleno de obstáculos debido a la poca información existente.

Instrumento de investigación: Se realizó entrevistas con expertos en el tema de investigación para obtener una visión más amplia del problema y obtener distintos puntos de vista

durante la entrevista se realizó visita de campo para conocer a fondo el problema que actualmente impera en los bosques de Honduras.

Con los datos obtenidos de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica ENEE y asumiendo que únicamente se utiliza el 10% de madera afectada por el gorgojo para la generación de energía esto debido a causas técnicas de diseño de calderas existentes en las plantas generadoras del país.

Con la información tabulada se procedió a utilizar el Software *Long-range Energy Alternatives Planning system* (LEAP), para obtener los escenarios deseados.

Al crearse los escenarios se procede a analizar los resultados generados por el Software *Long-range Energy Alternatives Planning system* (LEAP).

3.2 FLUJOGRAMA

Con base en lo descrito anteriormente se desarrolló un Flujograma de la metodología a implementar, el cual servirá de orientación para el desarrollo de esta investigación, ver figura 11.

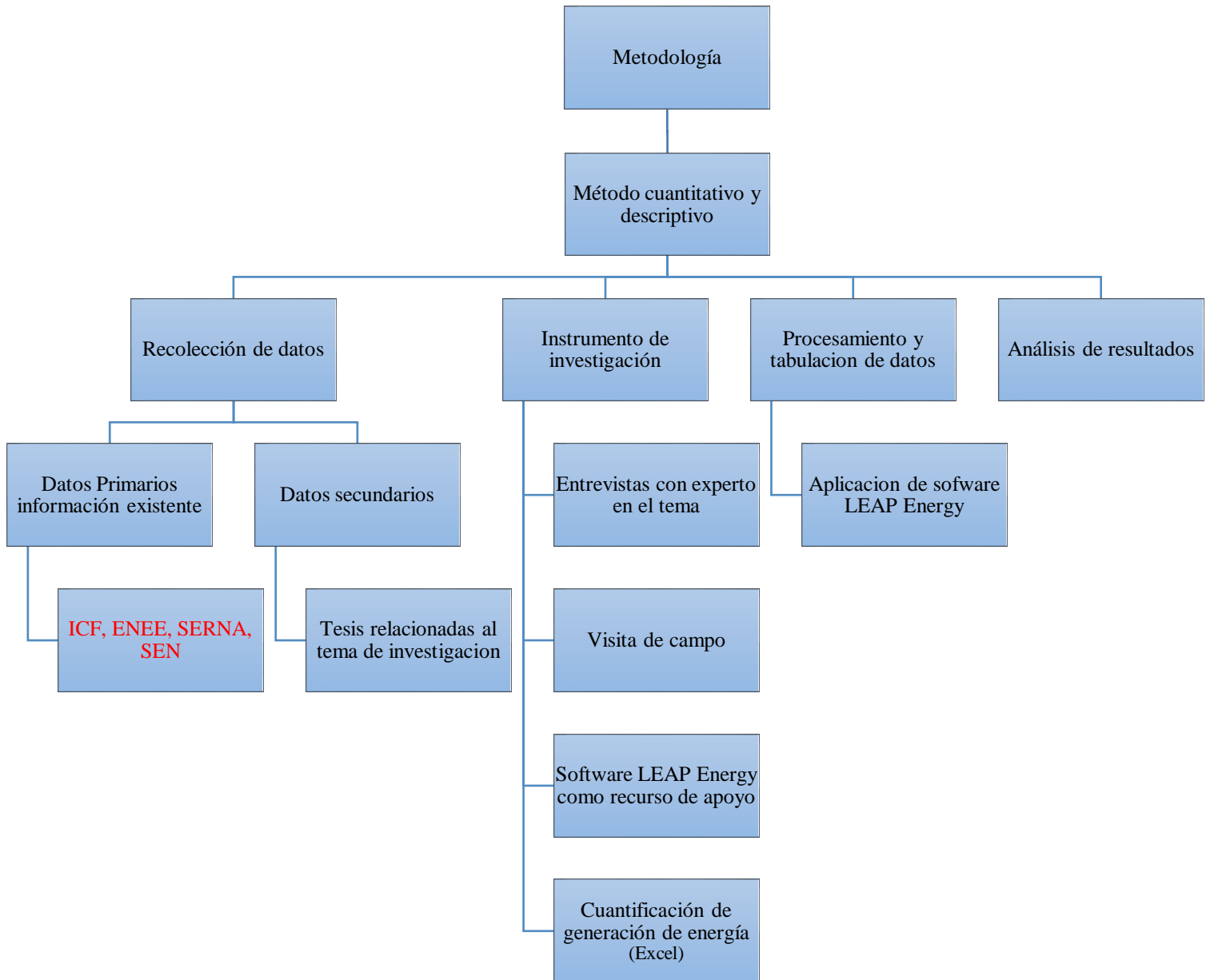


Figura 11. Flujograma para desarrollo de investigación.

Fuente: Elaboración propia (2019).

CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 ESCENARIO TOMANDO EN CONSIDERACION LA DEMANDA DE ENERGÍA

Escenario con demanda de energía y cálculo de volúmen de madera afectada por plaga de gorgojo descortezador.

En la tabla 8 se describen todas las empresas que utilizan biomasa para la generación de energía con su respectiva producción anual.

Tabla 8. Histórico de Empresas generadoras de energía por biomasa en Honduras.

Empresa generadora	Energía generada [GWh-año]			
	2014	2015	2016	2017
Aceydesa	4.68	4.69	1.98	2.40
Azunosa	5.26	11.53	15.98	6.58
Cahsa	38.71	36.97	43.18	35.08
Celsur	50.02	55.58	53.61	82.95
Chumbagua	25.11	25.26	27.37	29.33
Ecopalsa	4.83	7.27	4.20	8.89
Eda	0.00	0.00	0.00	0.00
La Grecia	22.26	14.94	17.15	14.24
Lean	0.00	0.00	0.00	0.00
Tres Valles	18.72	23.80	22.29	33.28
Yodeco	1.05	0.44	0.30	0.51
Merendon	6.16	90.70	121.50	102.78
Caracol Knits	0.00	53.20	75.00	82.79
Palmasa	0.00	0.43	0.09	0.08
Biogas y Energia S.A.	0.00	0.00	4.68	6.80
Exportadora del Atlantico	0.00	0.00	0.75	1.73
Honduras HPGC (GPP)	0.00	0.00	185.45	192.30
Chachaguala	0.00	0.00	0.00	4.55
Total energía generada con Biomasa [GWh-año]	176.79	324.82	573.54	604.27

Fuente: (ENEE, 2018), (ENEE, 2016)

Tomando en consideración la tabla anterior (Tabla 5) se procedió al cálculo de peso de la biomasa en toneladas métricas.

Del manual de conversiones de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) se obtuvo la información mostrada en la tabla 9 para realizar la conversión de toneladas de madera a energía en GWh.

Tabla 9. Tabla de conversiones (OLADE).

Unidades	Factor de Conversión
A- Bep/ton leña	2.594
B- MWh/Bep	0.6196
C- MWh - GWh	0.0006196
Reducción de consumo anual	70%

Fuente: (Olade, 2017).

Con la fórmula 3 se calcula el peso en toneladas al realizar la operación de división de energía entre la multiplicación de A por C.

Donde los factores de conversión A y C se toman de la tabla 6.

$$\text{Peso Biomasa(Toneadas)} = (\text{Energía (GWh)} / ((A) * (C))) \quad (3)$$

Cálculo de peso en toneladas métricas, asumiendo que se utiliza el 10 % de madera de pino infestada del total de biomasa consumido por las empresas generadoras de energía, los resultados se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Calculo de peso de biomasa en toneladas métricas.

Concepto	Energía generada por Año			
	2014	2015	2016	2017
Total energía generada con Biomasa [GWh-año]	176.79	324.82	573.54	604.27
10 % del total de energía generado con Biomasa [GWh-año]	17.68	32.48	57.35	60.43

Concepto	Energía generada por Año			
	2014	2015	2016	2017
Biomasa equivalente al 10% del total utilizado para generación de energía [Ton]	11,000.21	20,208.52	35,682.23	37,598.56

Fuente: Elaboración propia (2019).

Con los datos de generación obtenidos anteriormente se ingresan a software LEAP para crear el escenario "Demanda de energía hasta el año 2030, asumiendo la utilización de 10% de biomasa de pino infestado.

Datos:

Incremento de demanda de Honduras anual: 5.7 %

$$\text{Energía} = \left(10 \% \text{ del total generado con Biomasa} \left[\frac{\text{GWh}}{\text{año}} \right] \right) * (1 + \text{incremento de demanda}) \quad (4)$$

Considerando el total de energía generada con Biomasa [GWh/ año] de la (tabla 5) y utilizando la formula anterior se obtienen los resultados requeridos para ingresar a software LEAP ver Tabla 11.

Tabla 11. Datos de energía ingresados a software LEAP para crear escenario de demanda.

Año	GWh/año	Ton Leña
2016	57.35	35,684.43
2017	60.62	37,718.45
2018	64.08	39,868.40
2019	67.73	42,140.90
2020	71.59	44,542.93
2021	75.67	47,081.87
2022	79.99	49,765.54
2023	84.54	52,602.17
2024	89.36	55,600.50
2025	94.46	58,769.73
2026	99.84	62,119.60

Año	GWh/año	Ton Leña
2027	105.53	65,660.42
2028	111.55	69,403.06
2029	117.91	73,359.04
2030	124.63	77,540.51

Fuente: Elaboración propia (2019).

En la Figura 12 muestra la demanda de energía con proyección al año 2030, la demanda de energía eléctrica anual tiende a crecer mostrando un comportamiento lineal ascendente de aproximadamente 5.7%; se observa un incremento total de 67.28 GWh, del año 2016 al año 2030, que representa 41,860.52 toneladas de leña equivalente a 175,252.07 Bep, el grafico muestra que cada año será mayor la demanda de madera.

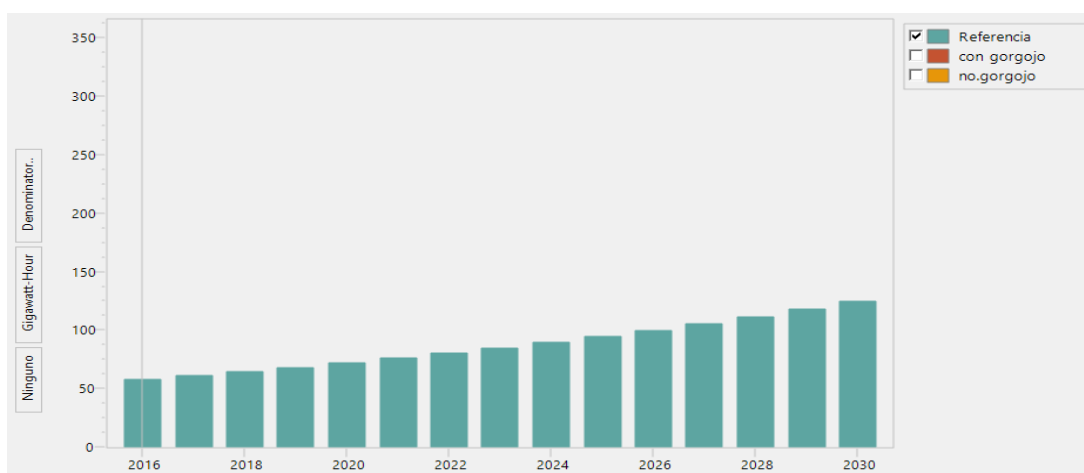


Figura 12. Escenario energético con demanda.

Fuente: Elaboración propia (2019).

4.2 ESCENARIO GENERACIÓN POR MEDIO DE BIOMASA AFECTADA POR GORGOJO DESCORTEZADOR

En la tabla 12 muestra los datos de volúmen afectado por la plaga del gorgojo descortezador, en la cual se incluye los planes de salvamentos y planes de saneamiento.

Tabla 12. Volúmen de madera afectada por gorgojo [m³].

Región Forestal	Planes	Planes	Planes	Planes
	Salvamento 2016	Saneamiento 2016	Salvamento 2017	Saneamiento 2017
Atlántida	3,205.00	1,354.00	829.12	5.06
Comayagua	64,071.00	0.00	31,661.53	0.00
El Paraíso	2,927.00	0.00	7,550.92	0.00
Francisco Morazán	181,534.00	24.00	171,960.00	2,459.00
Noreste Olancho	5,959.00	1,261.00	96.91	0.00
La Mosquitia	0.00	0.00	0.00	0.00
Noroccidente	50,811.00	4,682.00	25,039.14	5,586.00
Occidente	8,169.00	0.00	5,026.66	98.68
Olancho	41,344.00	395.00	100.51	0.00
Pacífico	4,950.00	0.00	4,844.97	0.00
Rio Plátano Yoro	0.00	0.00	0.00	0.00
Yoro	29,651.00	56,498.00	4,103.98	31,462.00
TOTAL	392,620.00	64,213.00	251,213.74	39,610.74

Fuente: (ICF, 2018).

Se utilizó la siguiente fórmula para determinar el peso en toneladas métricas de la madera infestada por el gorgojo.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \quad (5)$$

Donde:

Densidad Pinus Oocarpa [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$] = 488.83 (RAMOS VELASQUEZ & FERREIRA, 2001).

$$\text{Peso madera (Toneladas)} = \frac{\text{Volumen [m}^3\text{]} * \text{Densidad } [\frac{\text{kg}}{\text{m}^3\text{]}}{1000} \quad (6)$$

En la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos del caculo con la formula (6), donde se multiplico los datos de las columnas de los planes de salvamento y saneamiento por el valor de la densidad de la madera de Pinus Oocarpa.

Tabla 13. Peso en toneladas métricas de madera afectada por gorgojo.

Región Forestal	Planes Salvamento 2016	Planes Saneamiento 2016	Planes Salvamento 2017	Planes Saneamiento 2017
Atlántida	1,566.70	661.88	405.30	2.47
Comayagua	31,319.83	0.00	15,477.11	0.00
El Paraíso	1,430.81	0.00	3,691.12	0.00
Francisco Morazán	88,739.27	11.73	84,059.21	1,202.03
Noreste Olancho	2,912.94	616.41	47.37	0.00
La Mosquitia	0.00	0.00	0.00	0.00
Noroccidente	24,837.94	2,288.70	12,239.88	2,730.60
Occidente	3,993.25	0.00	2,457.18	48.24
Olancho	20,210.19	193.09	49.13	0.00
Pacífico	2,419.71	0.00	2,368.37	0.00
Río Plátano Yoro	0.00	0.00	0.00	0.00
Yoro	14,494.30	27,617.92	2,006.15	15,379.57
Total	191,924.92	31,389.73	122,800.81	19,362.92
Suma en toneladas de madera en planes de salvamento + planes de saneamiento		223,314.65	142,163.73	

Fuente: Elaboración propia (2019).

Con la fórmula 7 se calcula la energía realizando la operación de suma de planes de manejo y planes de salvamento de la madera afectada por el gorgojo en años correspondientes.

Donde los factores de conversión A y C se toman de la tabla 6.

$$\text{Energía (GWh)} = \left(\sum (\text{Plan salvamento} + \text{Plan saneamiento}) \right) * (A) * (C) \quad (7)$$

En la tabla 14 se muestran los datos ingresados al LEAP para poder desarrollar el escenario energético con gorgojo.

Tabla 14. Datos de energía ingresados a software LEAP para crear escenario con gorgojo.

Año	GWh	Madera afectada [Ton]
2016	358.92	223,314.65
2017	228.49	142,163.73
2018	159.94	99,514.61
2019	47.98	69,660.23
2020	14.39	48,762.16
2021	76.50	47,597.69

Año	GWh	Madera afectada [Ton]
2022	76.50	47,597.69
2023	76.50	47,597.69
2024	76.50	47,597.69
2025	358.92	223,314.65
2026	228.49	142,163.73
2027	159.94	99,514.61
2028	47.98	69,660.23
2029	14.39	48,762.16
2030	76.50	47,597.69

Fuente: Elaboración propia (2019).

En la figura 13 muestra el comportamiento de la energía en GWh-año que se puede ofertar en condiciones de ataque de gorgojo utilizando el total de la madera infestada; se observa que gorgojo descorteador de pino ataca de forma ciclica, con periodos aproximados de 10 años, de acuerdo al historico de ataques los periodos de recurrencia se han acortando. Teniendo estos ataques de gorgojo con las intensidades anteriores la oferta de energia podria alcanzar hasta 350 GWh-año equivalente a 911,685.87 Bep.

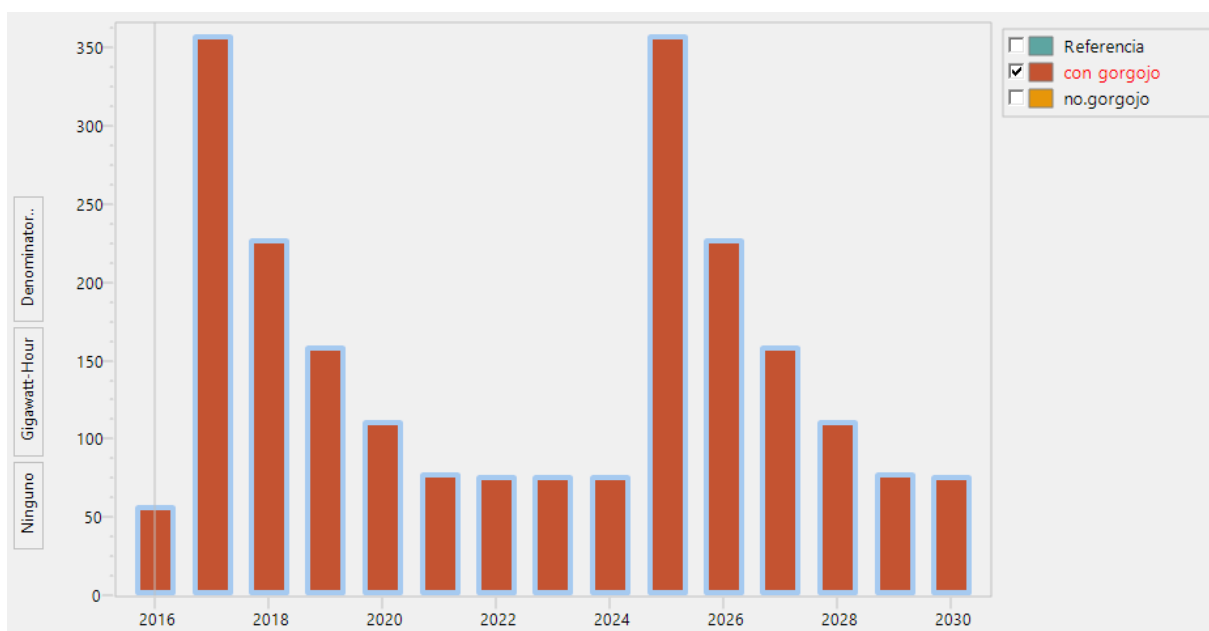


Figura 13. Escenario energético con gorgojo.

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.3 ESCENARIO GENERACIÓN DE ENERGÍA OFERTADA SIN PRESENCIA DE GORGOJO

Para este escenario se utiliza la biomasa extraída de los planes de manejo calculando el volumen de aserrín por medio de la ecuación (8) y en la tabla 15 se muestran los valores obtenidos del cálculo de toneladas métricas de aserrín, a partir de la madera en rollo de los planes de manejo.

Según la *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* (FAO) el porcentaje de aserrín que se obtiene del procesamiento de madera en rollo en la industria es 7.5% (FAO, 1991).

El valor de la densidad del *Pinus Oocarpa* es $488.83 \frac{kg}{m^3}$ (RAMOS VELASQUEZ & FERREIRA, 2001).

$$\text{Volumen de aserrín} = \text{Madera en rollo [m}^3\text{]} * 7.5\% \quad (8)$$

Cálculo de toneladas de aserrín

$$\text{Toneladas de aserrín} = (\text{volumen de aserrín}) * (\text{Densidad del Pinus Oocarpa}) \quad (9)$$

Tabla 15. Toneladas métricas de aserrín.

Año	Madera en rollo de planes de manejo [m ³]	Aserrín 7.5% [m ³]	aserrín (Ton)
2017	200,859.09	15,064.43	7,363.95
2018	195,360.91	14,652.07	7,162.37

Fuente: Elaboración propia (2019).

Fórmulas para cálculo de energía en GWh para ingresar datos a software LEAP para crear escenario sin gorgojo.

Energía específica contenida del aserrín = 16,795.96 kJ/kg. (Rominiyi, Adaramola, Ikumapayi, Oginni, & Akinola, 2017).

Factor de conversión = 0.000000277777778 MJ/GWh

$$\text{Energía GWh} = (\text{Aserrín (Ton)}) * 16,795.96 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} * \left(\frac{0.0000002778 \text{MJ}}{\text{GWh}} \right) \quad (10)$$

En la tabla 16 se muestran los datos ingresados al software LEAP tomando aserrín con un crecimiento de 5% anual.

Tabla 16. Energía generada con biomasa de aserrín.

Año	Energía GWh
2017	34.356818
2018	33.416358
2019	35.321090
2020	37.334393
2021	39.462453
2022	41.711813
2023	44.089386
2024	46.602481
2025	49.258823
2026	52.066575
2027	55.034370
2028	58.171329
2029	61.487095
2030	64.991860

Fuente. Elaboración propia (2019).

En la figura 14 se muestra el comportamiento de la generación de energía ofertada en GWh-año utilizando la biomasa del proceso de aserrío, mostrando un leve crecimiento en la oferta de la generación de energía eléctrica debido a que la producción de aserrín se incrementa cada año en aproximadamente 2.18%. Según el análisis se espera una generación de 65.00 GWh-año al 2030 equivalente a 169,313.09 Bep.

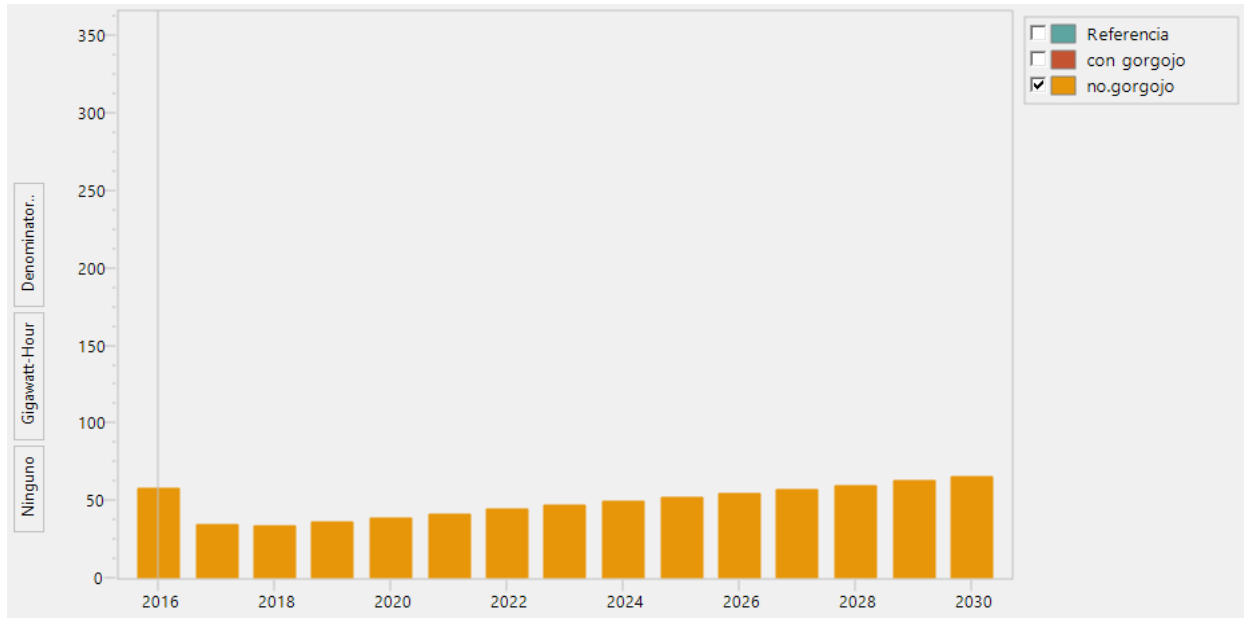


Figura 14. Escenario energético sin gorgojo.

Fuente: Elaboración propia (2019).

En la figura 15 se muestra el comportamiento de los tres escenarios energéticos, las curvas muestran el comportamiento de la oferta de generación de energía eléctrica con biomasa, denominadas: referencia (demanda), sin gorgojo y con gorgojo. Mostrando que la oferta de generación de energía eléctrica con biomasa de procedencia de aserrío nunca cubrirá la demanda de energía eléctrica de la curva de referencia (demanda). La curva con gorgojo muestra el comportamiento cíclico de la plaga, si se utilizara la biomasa afectada se podría cubrir la demanda sin utilizar el 100 % de la madera afectada, existiendo un excedente de biomasa.

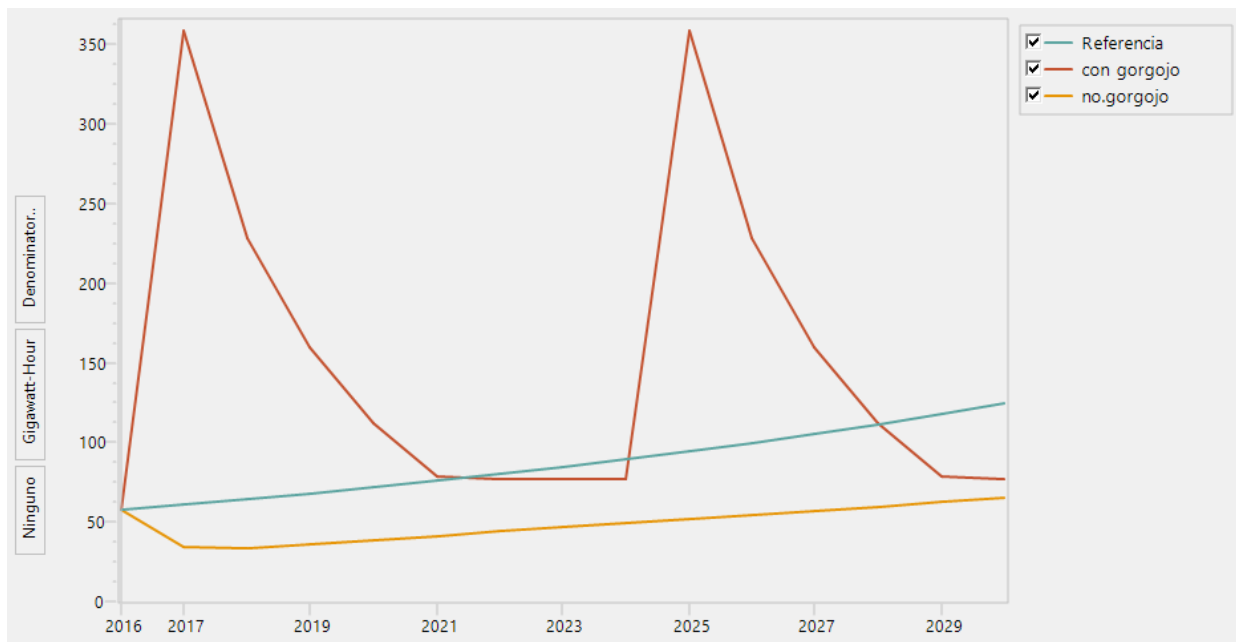


Figura 15. Escenarios energéticos con gorgojo, sin gorgojo y demanda de biomasa ascendente.

Fuente: Elaboración propia (2019).

CONCLUSIONES

1. Según los resultados obtenidos y los datos que muestra la gráfica de la figura 15 de los distintos escenarios que se analizaron, se determinó que la madera obtenida de la plaga de gorgojo no será suficiente para suplir la demanda de energía a mediados del año 2021, por lo que se deberá de obtener biomasa de otras fuentes para cubrir la demanda hasta el año 2025.
2. Los ataques de gorgojo descortezador se convierten en una oportunidad para el rubro de generación de energía por biomasa, debido a que la oferta de energía aumenta, pero los problemas ocasionados por esta plaga son mayores que los beneficios.
3. Según los resultados obtenidos los ataques del gorgojo se comportan de manera cíclica, observando que en los últimos años los periodos de recurrencia se han acortado y con mayores áreas devastadas.
4. El efecto que causa el gorgojo en el sector energía se puede medir con la oferta del potencial energético de generación con la biomasa originada por los brotes, obteniendo un valor de oferta máximo en este escenario de 350 GWh-año en el periodo de mayor proliferación del brote.
5. Se identificaron los lugares afectados por el gorgojo, haciendo referencia en la figura 7 con una Área afectada 511,504 ha, siendo los departamentos de Olancho, Yoro y Francisco Morazán los más afectados.
6. Se identificaron los generadores que están aprovechando la biomasa ver tabla 4 mostrando a La Grecia, Honduras HGPC y Tres Valles, Caracol Knits como los mayores consumidores.

7. Los ataques del gorgojo descortezador es ventajoso para los generadores de energía por biomasa siempre y cuando su materia prima no sea madera ya que esto les ayuda a aumentar la generación de energía y tienen la opción de almacenar la biomasa para utilizarla en periodos críticos o escasos, no así para el medio ambiente y la población en general.
8. Al utilizar madera afectada por el gorgojo descortezador para la generación de energía se detectaron las siguientes desventajas: deforestación excesiva al controlar la plaga, erosión de suelo, disminución de absorción de CO₂, aumento de la producción de CO₂ por las plantas generadoras de energía y pérdida de hábitad de especies de animales.

REFERENCIAS

- Alvarado, J. O. H., & Castillo, R. C. (2014). *PCM 042-2014*. (33), 108.
- Alvarado, J. O. H., & Rivera, R. A. S. (2015). *PCM 051-2015*. (33), 36.
- Arroyo, J., & Reina, S. (2016). Aprovechamiento del recurso biomasa a partir de los desechos de madera para una caldera de vapor. *INGENIUS Revista de Ciencia y Tecnología*, 16, 20.
<https://doi.org/10.17163/ings.n16.2016.03>
- Billings, D. R. F., & Schmidtke, P. J. (2002). *Central America Southern Pine Beetle / Fire Management Assessment*. 42.
- Billings, R. F., Clarke, S. R., Espino Mendoza, V., Cordon Cabrera, P., Meléndez Figueroa, B., Campos, J. R., & Baeza, G. (2004). *Gorgojo descortezador e incendios: una combinación devastadora para los pinares de América Central*.
- Billings, R. F., Espino, V., Clarke, S. R., Cordon Cabrera, P., Meléndez Figueroa, B., Campos, J. R., & Baeza, G. (2005). El Gorgojo Descortezador del Pino (*Dendroctonus frontalis*) en Centroamérica Cómo Reconocer, Prevenir y Controlar Plagas. Recuperado 27 de mayo de 2019, de <https://www.barkbeetles.org/centralamerica/0605s.html>
- Calderón Amaya, A. (2015). Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) - PDF. Recuperado 4 de junio de 2019, de <https://docplayer.es/72709603-Instituto-nacional-de-conservacion-y-desarrollo-forestal-areas-protegidas-y-vida-silvestre-icf.html>
- CONGRESO NACIONAL. (1993a). *DECRETO NÚMERO 104-93*. Recuperado de http://www.ahpeehn.org/wp-content/uploads/2018/09/Ley_general_del_ambiente.pdf

- CONGRESO NACIONAL. (1993b). *LEY GENERAL DEL AMBIENTE*. Recuperado de www.bvs.hn/Honduras/Leyes/LEYGENERALDELAMBIENTE.pdf
- CONGRESO NACIONAL. (2008). *DECRETO 98-2007*. Recuperado de <http://www.poderjudicial.gob.hn/CEDIJ/Leyes/Documents/LeyForestalAreasProtegidasVidaSilvestre.pdf>
- CONGRESO NACIONAL. (2016). *ACUERDO NÚMERO 031-2015*. Recuperado de <http://www.observatoriodescentralizacion.org/wp-content/uploads/2017/09/PROCEDIMIENTO-APROBACION-DE-PLANES-DE-SANEAMIENTO-DE-AREAS-AFECTADAS.pdf>
- ENEE. (2016). *BOLETÍN ESTADÍSTICO DICIEMBRE 2016*. Recuperado de <http://www.enee.hn/planificacion/2016/Boletines/BOLETIN%20DICIEMBRE%202016.pdf>
- ENEE. (2018). *Boletín De Datos Estadísticos Diciembre 2018*. Recuperado de ENEE website: <http://www.enee.hn/planificacion/2019/Boletin%20Estadistico%20Diciembre2018.pdf>
- FAO. (1991). Conservación de energía en las industrias mecánicas forestales. Recuperado 12 de junio de 2019, de <http://www.fao.org/3/T0269S/T0269S00.htm>
- Flores, W. (2016). *El Sector Energía de Honduras: aspectos necesarios para su comprensión y estudio*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3512.6000>
- González, N., & E, M. (2018). *Desarrollo de un modelo para la identificación de áreas con riesgo de ataque del gorgojo descortezador de pino (Dendroctonus adjunctus) en los departamentos de Quetzaltenango y Totonicapán, Guatemala*. Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr:80/handle/11554/8761>
- ICF. (2017a). *Anuario Estadístico Forestal de Honduras*.

- ICF. (2017b). *INFORME DE EPISODIO DE ATAQUE DEL GORGOJO DESCORTEZADOR DEL PINO DENDROCTONUS FRONTALIS EN HONDURAS 2014-2017* (p. 69). Honduras: ICF.
- ICF. (2018). *Anuario Estadístico Forestal de Honduras*.
- López, E., & Mendoza, C. (2015). *El Gorgojo Descortezador, entre los efectos del cambio climático y la débil gobernanza forestal del Estado de Honduras*. 14.
- Montesino, F. M., Alcántara, T. C., Mirasol, J. R., & Jiménez, J. J. R. (2001). Estudio del potencial energético de biomasa *Pinus caribaea* Morelet var. *Caribaea* (Pc) Y *Pinus tropicalis* Morelet (Pt); *Eucalyptus saligna* Smith (Es), *Eucalyptus citriodora* Hook (Ec) y *Eucalyptus...* *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 7(1), 83-89.
- Nowak, J., Asaro, C., Klepzig, K., & Billings, R. (2008). The Southern Pine Beetle Prevention Initiative: Working for Healthier Forests. *Journal of Forestry*, 106, 261-267.
- Olade. (2014). *MEJORANDO EL ACCESO A LOS MERCADOS ENERGÉTICOS HONDURAS*. Recuperado de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0374.pdf>
- Olade, C. (2017). Manual Estadística Energética 2017. Recuperado 7 de junio de 2019, de OLADE website: <http://www.olade.org/publicaciones/manual-estadistica-energetica-2017/>
- RAMOS VELASQUEZ, S., & FERREIRA, O. W. (2001). *Determinacion de la cantidad y composicion quimica de la biomasa aerea y subterranea del Pinus oocarpa*.
- Rivera Rojas, M., Locatelli, B., & Billings, R. (2010). Impacto potencial del cambio climático en eventos epidémicos del gorgojo descortezador del pino *Dendroctonus Frontalis* en Honduras. *Forest Systems*, 19, 70-76.

- Rodríguez Rivas, A. (2009). *Estudios de valoración energética de combustibles forestales para la prevención de incendios forestales en la Sierra de la Primavera (Jalisco, México) mediante calorimetría de combustion y ensayos de inflamabilidad*. Recuperado de <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/2619>
- Rominiyi, O. L., Adaramola, B. A., Ikumapayi, O. M., Oginni, O. T., & Akinola, S. A. (2017). Potential Utilization of Sawdust in Energy, Manufacturing and Agricultural Industry; Waste to Wealth. *World Journal of Engineering and Technology*, 5(3), 526-539. <https://doi.org/10.4236/wjet.2017.53045>
- Spittlehouse, D. (2005). Integrating climate change adaptation into forest management. *The Forestry Chronicle*, 81. <https://doi.org/10.5558/tfc81691-5>
- Thunes, K., Midtgaard, F., Kirkendall, L., & Espino, V. (2005). *Los Gorgojos de Pino de Honduras: Descripciones de Especies, Asociaciones de Hospederos y Métodos de Monitoreo y Control*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4661.9281>
- Vega, F. E., & Hofstetter, R. W. (2015). BARK BEETLES BIOLOGY AND ECOLOGY OF NATIVE INVASIVE SPECIES. 2015, 615.
- Williamson, T. B., Parkins, J. R., & McFarlane, B. L. (2005). Perceptions of climate change risk to forest ecosystems and forest-based communities. *The Forestry Chronicle*, 81(5), 710-716. <https://doi.org/10.5558/tfc81710-5>

ANEXOS

Sección A. Acuerdos y Leyes

La Gaceta REPÚBLICA DE HONDURAS - TEGUCIGALPA, M. D. C., 12 DE AGOSTO DEL 2015 No. 33,806

ARTÍCULO 3: La Unidad Técnica de Apoyo al Diálogo Social Contra la Impunidad y Corrupción, además de proveer de todas las facilidades para la plena realización del Diálogo, llevará registro de participación, recepción de documentación, comunicaciones, publicidad de los documentos presentados, comunicaciones y otras actividades afines, así como mantener una relación permanente con los grupos u organizaciones participantes en el Diálogo por cualquier medio.

ARTÍCULO 4: Se autoriza a la Secretaría de Estado en el Despacho de Finanzas, para que destine los fondos del Presupuesto Nacional de Ingresos y Egresos necesarios para la creación y funcionamiento de la Unidad Técnica de Apoyo al Diálogo Social Contra la Impunidad y Corrupción.

ARTÍCULO 5: El presente Decreto Ejecutivo entra en vigor después de su publicación en el Diario Oficial "La Gaceta".

Dado en Casa Presidencial, en la ciudad de Tegucigalpa, Municipio del Distrito Central, a los cinco (05) días del mes de agosto del año dos mil quince (2015).

COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.

JUAN ORLANDO HERNÁNDEZ ALVARADO
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPÚBLICA

JORGE RAMÓN HERNÁNDEZ ALCERRO
SECRETARIO COORDINADOR GENERAL DE
GOBIERNO

ARTURO COBRALES ALVAREZ
SECRETARIO DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE
RELACIONES EXTERIORES Y COOPERACIÓN
INTERNACIONAL

RICARDO CARDONA
SECRETARIO DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE
DESARROLLO E INCLUSIÓN SOCIAL

ROBERTO ANTONIO ORDÓÑEZ
SECRETARIO DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS

SALVADOR VALERIANO P.
SECRETARIO DE ESTADO EN EL DESPACHO DE
SEGURIDAD, POR LEY

SAMUEL ARMANDO REYES
SECRETARIO DE ESTADO EN EL DESPACHO DE
DEFENSA

YOLANI BATRES CRUZ
SECRETARIA DE ESTADO EN EL DESPACHO DE
SALUD

MARLON ESCOTO
SECRETARIO DE ESTADO EN EL DESPACHO DE
EDUCACIÓN

CARLOS ALBERTO MADERO ERAZO
SECRETARIO DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE
TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

JACOBO PAZ BODDEN
SECRETARIO DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE
AGRICULTURA Y GANADERÍA

ELVIS RODAS
SECRETARIO DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE
RECURSOS NATURALES, AMBIENTE Y MINAS,
POR LEY

ROCIO TABORA
SECRETARIA DE ESTADO EN EL DESPACHO DE
FINANZAS, POR LEY

Poder Ejecutivo

DECRETO EJECUTIVO NÚMERO PCM-051-2015

EL PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA
REPÚBLICA EN CONSEJO DE MINISTROS,

CONSIDERANDO: Que la Constitución de la República de Honduras declara que los recursos naturales de la nación son de utilidad pública, y que corresponde al Estado reglamentar su aprovechamiento de acuerdo con el interés social, fijando para tal fin las condiciones de su otorgamiento a los particulares.

CONSIDERANDO: Que es obligación del Estado velar por la conservación de los bosques y las áreas protegidas, los cuales servirán para la supervivencia de la flora y fauna, pudiendo aprovechar su belleza natural para propósitos recreativos y turísticos.

CONSIDERANDO: Que corresponde al Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), las funciones de prevención, vigilancia, localización y combate de incendios, plagas y enfermedades que pudieran afectar a los recursos forestales, para lo cual podrá requerir la intervención de los servicios oficiales de instancia nacional o internacional, con competencia en la materia.

A. 10

CONSIDERANDO: Que de acuerdo al Índice Global de Riesgo Climático publicado por Germanwatch, Honduras es el país más afectado a largo plazo por el fenómeno de cambio climático a nivel mundial, siendo ésta una de las causas principales de la proliferación de las plagas y enfermedades forestales, como la que actualmente enfrenta Honduras.

CONSIDERANDO: Que el Estado de Honduras es signatario de acuerdos y convenios internacionales tales como el Convenio Marco de Cambio Climático, Mecanismo para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD+) y se encuentra en proceso de negociación un Acuerdo Voluntario de Asociación para la aplicación de Leyes, Gobernanza y Comercio Forestal y debe hacerse el cumplimiento de los mismos para fortalecer el sector forestal.

CONSIDERANDO: Que con apoyo de la cooperación externa se encuentran definidos aportes y contribuciones en asistencia técnica y recursos financieros para ayudas en inversiones importantes que contribuyen al desarrollo sostenible del sector forestal, se insta a la cooperación externa a complementar estos esfuerzos como un enfoque de mitigación y adaptación al cambio climático.

CONSIDERANDO: Que 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 existente en dichas áreas, a través del cual se realizaron las actividades de control en dichos departamentos y debido a condiciones climáticas adversas que favorecen su propagación, extendiendo la infestación a nivel nacional en forma agresiva sin precedentes en el país, por tanto es necesario fortalecer y aumentar las actividades de control para poder erradicar la misma, que ha provocado pérdidas millonarias en las áreas boscosas a nivel nacional, poniendo en riesgo la producción hídrica.

CONSIDERANDO: Que la magnitud de la plaga existente a nivel nacional, supera los recursos financieros, logísticos, económicos y humanos con que cuenta el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, para lo cual es urgente tomar las medidas necesarias a fin de hacerle frente a la plaga y combatir radicalmente la misma, procurando evitar más pérdidas ambientales, ecológicas, biológicas y económicas millonarias al Estado, por la afectación indiscriminada e irracional del recurso existente en los bosques afectados.

CONSIDERANDO: Que mediante Decreto Ejecutivo PCM-04-2015, publicado el 26 de enero del año dos mil quince, se crea el Programa CHAMBA COMUNITARIA, con el objetivo de proporcionar apoyo a las personas en situación de desempleo y que no han tenido oportunidad de un empleo formal,

a través de la ejecución menores de obras sociales, de conservación forestal o de mejora agrícola.

CONSIDERANDO: Que de conformidad con la Ley de Contratación del Estado la declaración del Estado de Emergencia se hará mediante Decreto Ejecutivo del Presidente de la República en Consejo de Ministros.

POR TANTO,

En aplicación de los artículos 1, 12, 172, 294, 296, 340 y 341, de la Constitución de la República; artículo 1, 9 y 35 de la Ley General del Ambiente; artículos 1, 2 3, 8, 9, 18, 19, 20, 27, 28, 135, 140, 143, 144, 145, 146 y 147 de y 211 de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, artículo 9 y 63 de la Ley de Contratación del Estado; artículos 7, 11, 17, 18, 20, 22 numeral 9, 116, 117 y 119 de la Ley General de la Administración Pública; artículos 22, 23, 24, 25, 26 y 27 de la Ley de Procedimiento Administrativo; artículos 1, 40 numeral 14, 41, 99, 170, 256, 258, 259, 284 y 289 del Reglamento General de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre; artículo 7 literal "g" del Reglamento de la Ley de Contratación del Estado; artículo 46 de la Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y demás aplicables.

D E C R E T A:

ARTÍCULO 1.- Declarar Emergencia Forestal a Nivel Nacional por el ataque de la Plaga del Gorgojo de Pino. El Comité Nacional de Protección Forestal (CONAPROFOR) determinará el cese de dicha Emergencia una vez que se haya controlado la plaga.

ARTÍCULO 2.- Créase el Comité Interinstitucional para el Control de la Plaga del Gorgojo de Pino, integrado por:

1. Secretaría de Estado en el Despacho de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (MiAmbiente), quien lo presidirá.
2. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), el cual tendrá la Secretaría del Comité, teniendo a cargo las actividades técnicas de planificación, ejecución, control y administración.
3. Secretaría de Coordinación General de Gobierno (SCGG), la cual hará el seguimiento de la ejecución del Plan de Acción 2015 y apoyará en la gestión de recursos nacionales e internacionales.
4. Secretaría de Estado en el Despacho de Finanzas (SEFIN), la cual transferirá los fondos que se establecen en este Decreto.

5. Secretaría de Trabajo y Seguridad Social (STSS).
6. Secretaría de Estado en el Despacho de Defensa Nacional (SEDENA) a través de las Fuerzas Armadas de Honduras (FFAA), la que brindará el apoyo de personal, logística y seguridad cuando sea requerido.
7. Secretaría de Estado en los Despachos de Agricultura y Ganadería (SAG).
8. Instituto de la Propiedad (IP).
9. Instituto Nacional Agrario (INA).
10. Comité Permanente de Contingencias (COPECO).
11. Oficina de Seguimiento del Despacho Presidencial.
12. Asociación de Municipios de Honduras (AMHON).
13. Universidad de Ciencias Forestales (U-ESNACIFOR).
14. Asociación de Madereros de Honduras (AMADHO).
15. Consejo Nacional Anticorrupción (CNA).
16. Federación de Organizaciones Privadas para el Desarrollo de Honduras (FOPRIDEH).
17. Colegios Profesionales Forestales.
18. Federación Hondureña de Cooperativas Agroforestales (FEHCAFOR).
19. Federación de Productores Agroforestales de Honduras (FEPROAH).
20. Cámara Forestal Hondureña.
21. Fuerza de Tarea Interinstitucional Ambiental (FTIA).
22. Monitoreo Forestal Independiente (MFI); y,
23. Cualquier otra institución u organización de carácter público o privado nacional o internacional, que el Comité estime pertinente.

Todas las instituciones que conforman este Comité cooperarán dentro del ámbito de su competencia.

El objetivo principal del Comité será gestionar los recursos técnicos y financieros nacionales e internacionales para la debida y eficaz ejecución de las actividades técnicas, científicas, de investigación, planificación, administración, monitoreo, control, evaluación, restauración, protección y seguimiento integral de las áreas forestales afectadas por la Plaga del Gorgojo de Pino.

El Comité Interinstitucional para el Control de la Plaga del Gorgojo de Pino, deberá, en un plazo de no mayor de cinco (05) días hábiles, posteriores a la entrada en vigencia del presente Decreto Ejecutivo, emitir su propio reglamento interno, en el cual se establecerán sus funciones, facultades, obligaciones, actividades a realizarse y todo lo concerniente al cumplimiento del objetivo de su creación.

En dicho reglamento, se establecerá, asimismo, la forma de veeduría social, la cual será realizada por los miembros de la sociedad civil integrantes del Comité Interinstitucional para el Control de la Plaga del Gorgojo de Pino.

ARTÍCULO 3.- El Comité Interinstitucional para el Control de la Plaga del Gorgojo de Pino, monitoreará la ejecución del Plan de Acción 2015 elaborado por el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, para hacerle frente a la Plaga del Gorgojo de Pino.

ARTÍCULO 4.- El Comité Interinstitucional para el Control de la Plaga del Gorgojo de Pino, deberá asegurar que se realicen los diagnósticos sobre la situación de las áreas forestales afectadas por la Plaga del Gorgojo de Pino y la realización del censo que permita contar con la información actualizada del sector para la ejecución de las políticas y la toma de decisiones en esta materia.

Asimismo, el Comité deberá asegurar que se hagan los estudios relacionados en las comunidades afectadas y que se mantengan actualizados los pronósticos forestales estableciendo redes de comunicación efectiva con los pobladores.

ARTÍCULO 5.- Autorizar al Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) para que a partir de la fecha de entrada en vigencia del presente Decreto, proceda a disponer de la totalidad del producto y subproducto forestal proveniente de áreas nacionales, obtenido de las actividades de control y saneamiento de la plaga, para que estos sean utilizados para la ejecución de proyectos u obras sociales y comunitarias, o que sea debidamente vendido mediante procedimientos de subasta pública. Asimismo, deberá promover el uso de la biomasa forestal para la generación de energía o para cualquier otro uso que considere pertinente el cual se definirá en el Reglamento del Comité, con el fin de liberar las áreas de material combustible que pudieran desencadenar incendios en la época de verano y a la vez procurar la generación de empleo.

En las áreas de bosques nacionales, asignadas mediante Contrato de Manejo Forestal Comunitario, la asignación del producto y subproducto forestal, a que se refiere el párrafo anterior se hará de conformidad con lo establecido en sus respectivos contratos.

ARTÍCULO 6.- Los valores obtenidos por las subastas establecidas en el artículo anterior, serán devueltos al Fondo de Solidaridad y Protección Social para la Reducción de la Pobreza Extrema.

ARTÍCULO 7.- Autorizar al Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) para que, utilizando las cantidades que asigne de

su propio presupuesto vigente, más las incorporaciones especiales que se le hagan al mismo para la atención de la emergencia, realice la adquisición de bienes, obras y servicios por medio de contratación directa.

Esto a fin de asegurar la ejecución de la emergencia del Plan de Acción 2015. Las actividades anteriores incluirán las de monitoreo, control y evaluación del mismo.

El Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), en aras de la transparencia, deberá someter todos los procesos de adquisición que lleve a cabo a la Veeduría Social, en la forma que disponga el Reglamento del Comité.

Es entendido que todo proceso adjudicado deberá ser publicado en el portal de transparencia del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) a efecto de dar cumplimiento a lo establecido en la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Todos los procesos de adquisición que se lleven a cabo al amparo del presente Decreto, deberán cumplir con lo establecido en el Artículo 9 de la Ley de Contratación del Estado.

ARTÍCULO 8.- El Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), será responsable de administrar, ejecutar y liquidar la totalidad de los fondos que le sean transferidos para la ejecución del presente Decreto Ejecutivo ante las instituciones que corresponden.

ARTÍCULO 9.- Se prohíbe al Instituto Nacional Agrario (INA) y al Instituto de la Propiedad (IP), emitir títulos de propiedad o registrar los mismos, en las áreas nacionales afectadas, controladas, recuperadas o en restauración antes, durante o después del control de la Plaga del Gorgojo de Pino. El ICF notificará a ambas instituciones la ubicación y superficie de las áreas en referencia a fin de que den estricto cumplimiento a esta disposición.

Asimismo, de conformidad con el Artículo 93 de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, se conservará y respetará la vocación natural de los suelos forestales, por lo que se prohíbe terminantemente el cambio de uso de suelo en las tierras públicas y privadas afectadas por la plaga.

ARTÍCULO 10.- Instruir a las instituciones públicas que conforman el Comité Nacional de Protección Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (CONAPROFOR), para que de inmediato presten toda la colaboración necesaria al ICF, mediante la asignación de recurso humano y logístico para la prevención y control de la Plaga del Gorgojo de Pino.

ARTÍCULO 11.- Autorizar a la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (MiAmbiente) para que mediante un procedimiento especial y expedito emita los

respectivos permisos ambientales para atender la emergencia de la Plaga del Gorgojo de Pino y el aprovechamiento de los productos y subproductos forestales.

ARTÍCULO 12.- Instruir al Sistema Nacional de Investigación Forestal (SINFOR), para que proceda a realizar los estudios de investigación en las zonas afectadas, asimismo, ejecute las acciones administrativas pertinentes para que los estudiantes realicen su práctica y pasantía en las zonas afectadas a nivel nacional.

ARTÍCULO 13.- Instruir al Comité Interinstitucional para el Control de la Plaga del Gorgojo de Pino, con el apoyo de la Secretaría de Relaciones Exteriores y Cooperación Internacional, para que con prioridad gestione recursos técnicos, logísticos y financieros complementarios a las acciones nacionales.

ARTÍCULO 14.- Autorizar a la Secretaría de Estado en el Despacho del Trabajo y Seguridad Social traspasar al Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) de conformidad al Artículo 3 del PCM-09-2015, la cantidad de CUARENTA MILLONES DE LEMPIRAS (L. 40,000,000.00) provenientes del Fondo de Solidaridad y Protección Social para la Reducción de la Pobreza Extrema, contenido en el Decreto 278-201, para que el ICF ejecute las actividades contempladas en el Plan de Acción 2015.

ARTÍCULO 15.- Adicionalmente, autorizar la Secretaría de Estado en el Despacho de Trabajo para transferir al Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), hasta un máximo de CIENTO CINCUENTA MILLONES DE LEMPIRAS (L. 150,000,000.00) de los Fondos del Programa CHAMBA COMUNITARIA, administrados por el Fondo de Solidaridad y Protección Social para la Reducción de la Pobreza Extrema, contenido en el Decreto 278-2013, para la contratación de personal, servicios y materiales para la ejecución del presente Decreto Ejecutivo.

ARTÍCULO 16.- Excepcional y únicamente para esta Emergencia, se autoriza al Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) realizar la contratación de servicios tercerizados.

ARTÍCULO 17.- Se autoriza a la Secretaría de Estado en el Despacho de Finanzas, la incorporación inmediata y directa al presupuesto del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) la cantidad de TREINTA Y CINCO MILLONES DE LEMPIRAS (L. 35,000,000.00) de los fondos provenientes del primer desembolso del Programa de Apoyo Presupuestario Sectorial Forestal (PAPSFOR), para que sean utilizados en la ejecución del Plan de Acción 2015 en el combate de la Plaga del Gorgojo de Pino. Es entendido que la asignación de estos fondos son