

**Valoración económica parcial de los incendios
forestales y actividades de protección en la
Escuela Agrícola Panamericana, Honduras**

José Anibal Medina Vega

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONOMICO Y MEDIO AMBIENTE

Valoración económica parcial de los incendios forestales y actividades de protección en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

José Anibal Medina Vega

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

Valoración económica parcial de los incendios forestales y actividades de protección en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras

Presentado por:

José Anibal Medina Vega

Aprobado:

Timothy R. Longwell, M.Sc.
Asesor principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director
Carrera de Desarrollo Socioeconómico
y Ambiente

Marco Granadino, M.Sc.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Medina, J. 2009. Valoración económica parcial de los incendios forestales y actividades de protección en la E.A.P, Zamorano; Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 44 p.

Los incendios forestales son un problema de carácter mundial, crean costos y beneficios que actualmente son muy poco valorados lo que provoca un mal uso y degradación de los recursos naturales. Este trabajo pretende contribuir al mejor manejo de los recursos naturales a través de la estimación de los costos y beneficios de los incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, además de identificar las causas principales que llevan a las personas a provocarlos debido a que el 99% de los incendios en el bosque son provocados por causas antropogénicas. Para valorar los incendios, se identificaron costos y beneficios socioeconómicos y ambientales como contaminación atmosférica, regeneración, pérdida de crecimiento de los árboles, el costo de incapacidad por problemas en la salud, disponibilidad de leña entre otros. Ya seleccionadas las variables, se procedió a realizar la estimación usando precios de mercado y se encontró que el beneficio parcial de no quemar el bosque oscila entre los 750 a 810 dólares por ha quemada en Zamorano, y este valor aumenta mucho más si se encuentra en la zona de recarga acuífera. Por esto resulta muy importante la conservación y protección del recurso.

Palabras clave: incendio forestal, protección forestal, valoración económica, bosque.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
5. CONCLUSIONES.....	25
6. RECOMENDACIONES	26
7. LITERATURA CITADA	27
8. ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro

1. Comparación de los resultados estadísticos de los incendios forestales en los años 2006, 2007 y 2008 en Honduras.....	2
2. Número de días de incapacidad e incidentes de los empleados de la Empresa Universitaria Forestales entre los meses de enero y junio para el año 2007, 2008 y 2009	10
3. Costos de insumos para regenerar 25 ha de bosque de pino para el año 2009 en la Empresa Universitaria Forestal de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.....	10
4. Costos incurridos por quemar una ha de combustible acumulado en campo en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano	14
5. Área quemada promedio por año en los incendios forestales en los años 2007, 2008 y 2009 en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.....	15
6. Área quemada según el tipo de vegetación por los incendios en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano para los años 2007, 2008 y 2009	16
7. Costos en US\$ de control por año para los incendios forestales ocurridos en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009	19
8. Costo en US\$ de protección de las tierras de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano por ha para los años 2007, 2008 y 2009	19
9. Toneladas de CO ₂ emitidas por ha quemada en los incendios forestales según tipo de combustible.....	20
10. Toneladas emitidas y costo por emisiones de CO ₂ en los incendios forestales en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009	20
11. Resumen de costos en US\$, beneficios y relación beneficio/costo por año de los incendios forestales en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, en 2007, 2008 y 2009	22
12. Relación beneficio/costo en US\$ por ha quemada en los incendios forestales de la Escuela Agrícola Panamericana en los años 2007, 2008 y 2009	22
13. Costos socioeconómicos y ambientales en US\$ por ha quemada de los incendios forestales en propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano para los años 2007, 2008 y 2009	23
14. Beneficios en US\$ por ha quemada de los incendios forestales en propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano para los años 2007, 2008 y 2009..	23
15. Resumen de beneficios y costos en US\$, cuando no hay incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano	24

16. Beneficios en US\$ por ha de que no haya incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.....	24
--	----

Figura

1. Número de incendios y área quemada por mes (porcentaje) en el año 2008 en Honduras.....	2
2. Quema de pasto para obtener las emisiones usando el sistema PEMS	11
3. Equipo de medición PEMS utilizado para determinar las emisiones de CO ₂	12
4. Ocurrencia de los incendios forestales en los años 2007, 2008 y 2009 en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano	16

Anexo

1. Mapa de ubicación de las tierras de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 2009.....	32
2. Propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 2009	33
3. Incendios forestales en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, en los años 2007, 2008 y 2009. Ubicación y área quemada total	34
4. Área quemada por los incendios forestales en Zamorano según tipo de vegetación en los años 2007, 2008 y 2009	35
5. Hoja para toma de datos de leña, 2009.....	36
6. Hoja para toma de datos de crecimiento de pino, 2009.....	37
7. Costos de esfuerzo en control en US\$ para los incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009	38
8. Costos socioeconómicos en US\$ de los incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009.....	39
9. Costos ambientales en US\$ de los incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009	40
10. Beneficios socioeconómicos en US\$ de los incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009.	41
11. Beneficios ambientales en US\$ de los incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009.....	42
12. Mapa ilustrativo de la zona de captación de agua en Uyuca E.A.P, El Zamorano, 2009	43
13. Mapa ilustrativo de la zona de captación de agua en Santa Inés.....	44

1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son una de las principales causas para el deterioro de los bosques y el ambiente alrededor del mundo, afectando en menor o mayor medida ya que crean una variedad de costos para la sociedad y el medio ambiente. Todos los años se incendian 350 millones de ha de tierras en el mundo entero (FAO, 2009). Conocer el valor de los servicios que brinda el bosque y cuanto cuestan los incendios forestales, permitirá conservar y gestionar el recurso de un modo sostenible (Pérez *et al.*, 2007).

Para la formación de incendios forestales, existen dos fuentes de ignición: 1) Eventos naturales como relámpagos y 2) Los seres humanos quienes han sido parte importante en los ecosistemas durante miles de años (Myers *et al.*, 2006). En Honduras, los incendios forestales causados por eventos naturales solamente representan el 1% de su totalidad, mientras que el 99% restante son formados por causas antropogénicas (Alvarado *et al.*, 2001). Para minimizar la cantidad, intensidad, tamaño de los incendios forestales y reducir costos, aumentar beneficios, obtener mayor disponibilidad de productos maderables, no maderables y servicios ambientales que el bosque ofrece, hay que determinar que incita a las personas a provocar los incendios.

Con el conocimiento del costo de los incendios forestales y los beneficios de no quemar el bosque, se justificará el presupuesto de protección del bosque de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Además, se podrá manejar el recurso de una mejor manera concientizando a la población demostrándoles cuánto en realidad pierden por una mala decisión.

1.1 ANTECEDENTES

Honduras es un país forestal por su alta cobertura boscosa, este país tiene dos estaciones bien marcadas a lo largo del año; la época seca de noviembre a mayo y la época lluviosa de junio a octubre. El control de incendios en Zamorano se realiza de enero a junio debido la época seca, ya que esta permite que el comportamiento de los incendios forestales se de fácilmente debido a las condiciones climáticas como altas temperaturas, baja humedad relativa, vientos fuertes y la alta cantidad de combustible existente (material seco).

Existe un alto número de incendios forestales en Honduras, para el año 2008 se registraron 1,655 afectando 65,467.15 ha de bosques como área bajo protección nacional (CONAPROFOR, 2008). El 99 % de los incendios forestales en Honduras son provocados por el hombre y la mayoría de ellos tiene origen en terrenos de propiedad privada, solamente el 1% corresponde a causas naturales (Alvarado *et al.*, 2001).

Hay una alta probabilidad de incendios forestales en la estación seca, pero más aún entre los meses de abril y mayo porque las temperaturas son más altas aunque se puede alargar hasta junio si las lluvias no llegan (Myers *et al.*, 2006). El número de incendios al empezar la estación seca es bajo y va aumentando a medida que pasan los días. Esto se debe a que los combustibles dentro de los bosques (rastros, zacate, arbustos, hojas, ramas) se van secando y como resultado el número de incendios por mes va en aumento de enero a junio (Figura 1).

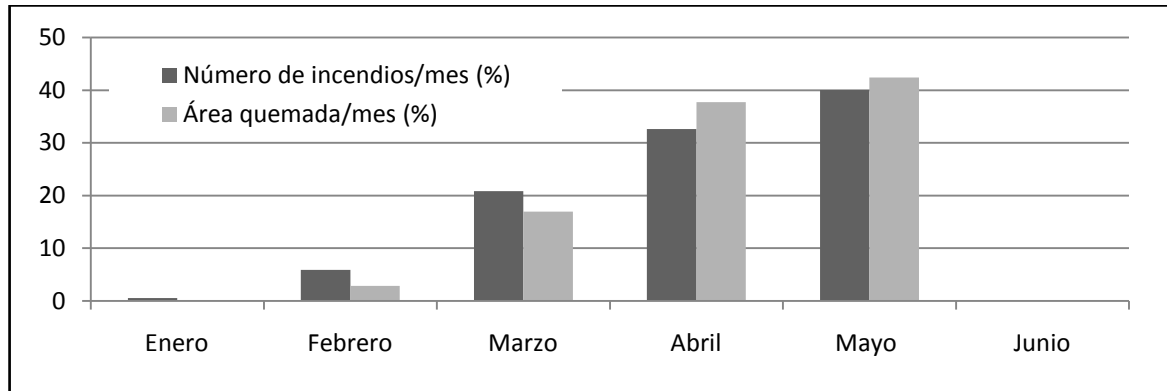


Figura 1. Número de incendios y área quemada por mes (porcentaje) en el año 2008 en Honduras.

Fuente: CONAPROFOR, 2008.

La estadística muestra que en el año 2008 se quemó mayor área por incendio y desde el 2006 se detecta una tendencia ascendente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de los resultados estadísticos de los incendios forestales en los años 2006, 2007 y 2008 en Honduras.

Año	No. De incendios	Total Área quemada(ha)	Promedio (ha/incendio)
2006	1,922	60,021.80	31.23
2007	1,693	63,948.90	37.77
2008	1,655	65,467.20	39.56

Fuente: CONAPROFOR, 2008.

1.2 ENTORNO DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, con un total de 3,745 ha (Anexo 1) y 3,040 ha protegidas; ubicado en el valle de El Yeguaré situado en la parte suroriental del Departamento de Francisco Morazán a 24 km de la capital hondureña Tegucigalpa (Sánchez, 1999). Las áreas de interés de protección incluye bosques secundarios, bosques maduros y plantaciones en áreas de valle y montaña.

Además, estas áreas de protección se encuentran en parte del Cerro Uyuca y Santa Inés, El Llano, Florencia, Ferrari, Las Gradadas, Masicarán y Rodimiro Zelaya (Empresa Universitaria Forestal, 2009).

El Cerro Uyuca tiene alta biodiversidad, prodigalidad boscosa, diversidad de bienes y servicios que brinda, como el abastecimiento de agua, regulación del microclima y otros. Las alturas van desde los 800 a los 2,008 m.s.n.m, la precipitación promedio en las partes bajas es de 938 mm distribuida entre mayo y octubre, la temperatura media anual fue de 23.2 °C y la humedad relativa media anual fue de 69.5% (Empresa Universitaria Forestal, 2009).

Santa Inés está bajo jurisdicción del Municipio de San Antonio de Oriente, con una cobertura boscosa de pinar (*Pinus oocarpa*), su área es de 724.1 ha, se localiza (coordenadas UTM = 506236 - 1544261), a siete kilómetros de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano (Herrera, 2001).

El cerro Masicarán (coordenadas UTM = 497788 – 1544984) cuenta con un área de 105.5 ha, se extiende desde los 800 m.s.n.m. hasta 951 m.s.n.m. El cerro Masicarán tiene una precipitación promedio anual de 1,020 mm, temperatura anual y media anual de 24.5°C; tiene varias especies del género *Quercus sp.* únicamente (Empresa Universitaria Forestal, 2009).

El cerro El Burro cuenta con 49.7 ha de extensión, tiene una elevación de 1,038 m.s.n.m y está ubicada (coordenadas UTM = 497870 - 1550084) al lado de la comunidad de El Jicarito y su cercanía, la hace muy propensa a los incendios forestales (Empresa Universitaria Forestal, 2009). Las gradadas se encuentra a una altura de 850 m.s.n.m. (coordenadas UTM = 497453 – 1549204). Tiene plantaciones experimentales de especies forestales de producción de biomasa y madera de color, incluye *Gmelina arborea*, *Azadirachta indica*, *Bombacopsi sp.* y *Eucalipto camaldulensis* con un poco de bamboo. (T. Longwell, comunicación personal).

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Una de las causas principales que contribuye a los incendios según la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, 1998), es la poca valoración de los recursos y de las funciones del bosque.

El estudio proveerá información de carácter económico sobre los recursos forestales de mercado y de no-mercado determinados bajo diferentes metodologías de evaluación. La información generada dará un conocimiento más amplio sobre los costos y beneficios que traen consigo los incendios forestales y de prevención.

La información generada por el estudio beneficia a las comunidades aledañas al cerro Uyuca y a Zamorano en el manejo del recurso forestal y prevención de los incendios.

1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO

- La valoración económica del proyecto es parcial, debido a restricciones como tiempo y dinero.
- Las variables medidas son estimaciones debido a que no hay aproximación exacta en las mediciones, lo que limita acercarse a un valor exacto.
- Condición de los recursos de flora y fauna antes del incendio.
- La Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, al ser una institución privada, restringe realizar actividades de prevención y control fuera de sus límites. Por lo tanto, el estudio se lo realiza dentro de las propiedades de la escuela teniendo en cuenta que la estimación no va a ser real para la microcuenca o ecosistema.

1.5 OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al mejor manejo de los recursos naturales a través de la estimación de los costos y beneficios de los incendios forestales y actividades de prevención en tierras de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la extensión, estacionalidad y área quemada de los incendios forestales según tipo de vegetación en los años 2007, 2008 y 2009.
- Identificar las razones principales que llevan a las personas a provocar los incendios forestales según participantes y comunidades vecinas.
- Estimar los costos y beneficios parciales de los incendios forestales y actividades de prevención en los años 2007, 2008 y 2009.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 RECURSOS FORESTALES

El bosque es la tierra con una cubierta de copa de más del 10% de la zona con una superficie superior a 0.5 ha determinados por presencia de árboles y ausencia de otros usos de la tierra (FAO, 2000). En Honduras, la superficie de bosque cubre el 42.9 % (48,299 km²) de la superficie total dividida en bosque latifoliado con 22.8% (25,660 km²), bosque de coníferas con 14.9% (16,796 km²), bosque mixto con 4.8 % (5,366 km²) y manglar con 0.4% (477 km²) (AFE-COHDEFOR y CIEF, 2008).

Los bosques tienen tres funciones, dentro de las cuales están las productivas, protectoras y socioeconómicas (FAO, 2006). Las funciones productivas están enfocadas al área de bosque destinada a la producción, a las áreas de plantaciones forestales para la producción, a las existencias en formación y existencias comerciales en formación y también a la extracción de productos madereros y no madereros (FAO, 2006). Las funciones productivas del bosque han generado beneficios para Honduras, en el año 2007 hubo 558.5 ha de plantaciones forestales certificadas y 1.2 km de linderos certificados; el aprovechamiento de madera en rollo para el año 2007 fue de 28,129,200 m³ para pino (US\$ 22,224,800) y 913,700 m³ (US\$ 721,912) para bosque latifoliado (AFE-COHDEFOR y CIEF, 2008).

Las funciones protectoras del bosque encierran varios aspectos, entre los cuales está la influencia del recurso bosque sobre el clima, la protección contra la erosión eólica, protección costera, tiene filtros para la contaminación del aire y protección de recursos hídricos (FAO, 2006). Además, se encuentran los servicios ambientales que refieren a las funciones de protección y mejoramiento del medioambiente que brindan los bosques y plantaciones forestales mitigando gases de efecto invernadero, biodiversidad, protección de agua, ecosistemas, belleza escénica y formas de vida (Schindler *et al.*, 2002).

Respecto a las funciones socioeconómicas, los bosques generan una variedad de bienes y servicios además de ingresos por empleo en el sector forestal (conservación o aprovechamiento). La explotación de productos maderables y no maderables genera una alta contribución al sector económico nacional en Honduras. La producción total anual reportada de madera aserrada de pino entre el año 2003 y 2007 llegó a 156.7 millones de pies tablares (AFE-COHDEFOR, 2007); esta producción por el precio actual del pie tablar de madera en Honduras que es US\$ 0.79 (15 L) (Secretaría de Industria y Comercio de Honduras, 2009) da un valor total de US\$ 20,731,410 anual.

Existe una alta contribución promedio del sector forestal al comercio internacional, en madera de pino aserrada en el año 2007 se exporto 55,651,000 de pies tablares con un valor total de US\$ 35,493,000. Para productos forestales no maderables las exportaciones para el año 2007 en resina de pino fueron US\$ 259,600, en colofonia fue de US\$ 19,305,400, en aguarrás fue de US\$ 1,709,700, en aceite de pino US\$ 660,600, dipentenol US\$ 334,800 y liquidámbar (latifoliado) US\$ 5,310,800 con un total de US\$ 27,580,900. Además, el recurso forestal contribuye a los suministros de energía, el 70% de los hogares en Honduras utilizan leña como principal fuente de energía (McGaffey, 1999).

Los bosques contribuyen a casi un sexto de las emisiones de carbono mundiales cuando han sido destrozados, explotados en exceso o degradados (FAO, 2008). Además reaccionan sensiblemente a los cambios del clima, también producen dendrocombustible (leña) como una alternativa más benigna que los combustibles fósiles porque son renovables y su uso eficiente es menos dañino al ambiente. Los bosques también poseen el potencial de absorber un décimo de las emisiones mundiales de carbono previstas para la primera mitad de este siglo en sus biomásas, suelos, productos y almacenarlos a perpetuidad (FAO, 2008).

Los recursos forestales atraviesan grandes problemas alrededor del mundo, uno de los principales son los incendios forestales. Según FAO, citado por SEMARNAT (2008), un incendio forestal es un evento que quema vegetación viva o muerta, fuera del ambiente urbano o de construcciones. Existen tres tipos diferentes de incendios forestales: 1) los incendios superficiales que son los más comunes y arden a lo largo del piso de un bosque, avanzan con lentitud y matan o dañan los árboles, 2) los incendios terrestres arden en o por debajo del piso del bosque y 3) los incendios aéreos se propagan rápidamente y avanzan a gran velocidad saltando por las copas de los arboles (FEMA, 2004).

2.2 EFECTOS DEL FUEGO EN EL BOSQUE

Los efectos de los incendios forestales dependen del tamaño, intensidad, duración y frecuencia del incendio, volumen y características del combustible además de la naturaleza de la tierra (Davis, 1959). Las alteraciones al bosque dadas por el fuego afectan su microclima (humedad relativa, temperatura) por la pérdida de la cubierta arbórea, disminución de las precipitaciones ocultas y cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Los árboles sobrevivientes también son afectados por la formación de cicatrices, extravasaciones de resina y calcinación de la corteza (Vélez, 2006). Sin embargo, las especies donde el fuego es pronosticable muestran tres características: resistencia al daño ocasionado por el fuego, adaptaciones para responder al fuego y modificación del ambiente del fuego donde están ubicadas las especies (Myers, 2006).

Existen ecosistemas que pueden soportar el fuego pero hasta cierto punto, este es el caso del pino cuyas plántulas no son tolerantes a la sombra. El fuego ayuda a abrir los rodales a la luz solar y se obtiene mayor cantidad de luz que permite un mejor desarrollo de la regeneración (Myers, 2006); diferente sucede cuando las quemadas no son controladas y la

intensidad del fuego es tan alta que quema la regeneración y árboles maduros completamente o en su mayoría.

2.3 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS NATURALES

“Valorar económicamente el medio ambiente significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, que permita compararlo con otros componentes del mismo” (UICN, 2008).

Según Pearce y Moran (1994), el valor económico total (VET) de un recursos consiste en sus valores de uso y de no uso.

VET = Valor de uso + Valor de no uso [1]

VET= (Valor de uso directo + Valor de uso indirecto + Valor de opción) + (Valor de legado + Valor de existencia) [2]

Valor de uso

Existen valores de uso directo que usan directamente el ambiente natural como los pescadores, cazadores, recolectores de especies animales o plantas, ornitólogos entre otros (Pearce y Turner, 1990). Valor de uso indirecto se refiere a los beneficios derivados de las funciones del ecosistema como la función del bosque en la protección de las cuencas, o como observar la naturaleza por medio de una fotografía o video (Pearce y Turner, 1990) y los valores de opción que es aproximado a la voluntad individual de pagar para ser preservado para un futuro uso (Pearce y Turner, 1990).

Valor de no uso

Según Granadino (2008), los valores de no-uso no brindan usos directos ni indirectos, pero enmarcan consideraciones importantes en la viabilidad del ecosistema en el futuro, entre los valores de no uso está el valor de legado que es la disponibilidad a pagar para que un recurso actual pueda ser utilizado por generaciones futuras y el valor de existencia (intrínseco) que es el valor que se le da a un recurso porque existe aunque no haya intenciones de usarlo, se refiere a la disposición de pagar por tener ese recurso en existencia en el futuro.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 EVALUACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES

En esta sección se describe la metodología para evaluar la extensión, estacionalidad y área quemada de los incendios forestales según el tipo de vegetación en los años 2007, 2008 y 2009. Para esto se analizaron los registros y mapas de los incendios forestales en las propiedades de Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009 proporcionados por la Empresa Universitaria Forestal de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. En el análisis se procedió a comparar los registros de los diferentes incendios utilizando las siguientes variables:

- Fecha de ocurrencia del incendio forestal.
- Sitio del incendio.
- Área total quemada.
- Área quemada, según el tipo de vegetación.
- Mapas representativos de las áreas quemadas.

Con toda la información recopilada, se evaluó la extensión haciendo referencia a la superficie afectada que es el área total quemada por los incendios forestales y la estacionalidad o época del año donde se producen los fenómenos.

3.2 PROVOCACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES

En este apartado se plantea la metodología para identificar las razones principales que llevan a las personas a provocar los incendios forestales según participantes y comunidades vecinas. Información importante debido a que el 99% de los incendios forestales en Honduras ocurren por causas antropogénicas (Alvarado *et al.*, 2001). En las tierras de Zamorano, 95% de los incendios forestales fueron provocados por la mano del hombre (Empresa Universitaria Forestal, 2009).

Para indagar que lleva a las personas a provocar los incendios, se procedió a entrevistar informantes claves directamente relacionados con el control, mitigación y manejo de los incendios forestales. Entre los entrevistados está el Coronel Bayardo Bardales, Comandante del 1^{er} Batallón de Comunicaciones; el Sr. Fernando Robelo, Supervisor de la Unidad Ambiental Municipal del Municipio de San Antonio de Oriente; al Ing. Timothy R. Longwell, Encargado de la Empresa Universitaria Forestal, de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano; al Sr. Ventura Mayer, Presidente de la Junta de

Agua de la aldea El Chagüite; al Sr. Carlos Flores, Presidente de la Junta de Agua de Joya Grande; al Sr. Gustavo Alvarez, Supervisor de campo de la Empresa Universitaria Forestal, de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano y al Sr. Geovany Henríquez, Coordinador del grupo La Cantera.

3.3 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS PARCIALES DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Para estimar los costos y beneficios parciales de los incendios forestales se decidió en conjunto con los asesores de la tesis que costos y beneficios, socioeconómicos y ambientales se van a evaluar.

3.3.1 Costos Socioeconómicos

Esfuerzo (Control)

La estimación del valor para el costo de control comprende la suma del costo de mano de obra utilizado, tiempo que se requirió para apagar el incendio, transporte (vehículo y combustible), herramientas, radios y alimentación. Con ayuda de los registros de incendios para cada año y los presupuestos anuales, se calculó el costo de mano de obra, herramientas, transporte, radios y alimentación. Para la mano de obra se multiplicó el número de empleados por incendio, la cantidad de horas trabajadas y el costo de trabajo por hora que es de US\$ 2.92 en la Empresa Universitaria Forestal. Para el costo de uso de las herramientas, se estimó la depreciación anual de las herramientas usadas por cada incendio. Cuando el incendio duró más de 5 horas y obligó a los combatientes a no poder regresar para alimentarse, la Empresa Universitaria Forestal compró el alimento a US\$ 5.29 por plato de comida. Para el transporte y radios, se obtuvo de los presupuestos anuales de protección.

Esfuerzo (Protección)

El costo de protección se estimó usando los presupuestos de protección forestal para cada año de estudio. En el año 2007 el costo de protección fue de US\$ 127,939.77, para el 2008 fue US\$ 126,250.79 y para el 2009 fue de US\$ 137,937.00; en cada año se protegió un área total de 3,043 ha. Para obtener el costo de protección por ha, se dividió el presupuesto total para el número de ha protegidas totales y este valor obtenido se extrapola para cada incendio.

Costo de incapacidad

La mayoría de países sufren las consecuencias económicas, ambientales y sociales por los incendios forestales, teniendo repercusiones mas allá de los mismos bosques y fronteras nacionales; estas consecuencias dan efectos trágicos sobre la salud y la vida humana

(FAO, 1999). Los problemas en la salud causados por incendios forestales generan un costo que se valoró multiplicando el número de días de incapacidad de los empleados afectados de la Unidad Empresarial Forestal atendidos en la clínica de Zamorano entre enero y junio de cada año (Cuadro 2) y el costo de mano de obra que es US\$ 2.92 por hora. Para el costo de incapacidad por incendio, se dividió el costo anual de incapacidad entre el número de incendios ocurridos en el año. Se asume que todos los empleados incapacitados han sido directamente o indirectamente afectados por los incendios forestales. Solamente se toma la cantidad de días de incapacidad para estimar el costo debido a la prudencia de la clínica de El Zamorano al manejar información.

Cuadro 2. Número de días de incapacidad e incidentes de los empleados de la Empresa Universitaria Forestales entre los meses de enero y junio para el año 2007, 2008 y 2009.

Año	Días	Incidentes
2007	24	14
2008	18	13
2009	66	16

Fuente: Clínica de Zamorano, 2009.

3.3.2 Costos Ambientales

Regeneración

La regeneración natural en el bosque de pino es acabada por los incendios forestales, y para asegurar nuevos árboles en el futuro, se realizó una regeneración artificial. Para determinar este costo, se utilizó información brindada por la Unidad Empresarial Forestal quienes para regenerar 25 ha, utilizaron un kilo de semillas (50,000 unidades), 4 horas de trabajo y 22 personas para la actividad lo que incurre en costos económicos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Costos de insumos para regenerar 25 ha de bosque de pino para el año 2009 en la Empresa Universitaria Forestal de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

Insumos	Costo US\$/ha
Semillas	185.23
Mano de obra	257.50
Total	442.73

Fuente: Empresa Universitaria Forestal, 2009.

Los datos del cuadro 3 son tomados de una regeneración artificial que realizó la Empresa Universitaria Forestal en el Cerro El Burro, esta regeneración tuvo una efectividad del 5% en las áreas donde no existía cobertura, muy diferente a donde si existía ya que un árbol semillero lanza más de 50,000 semillas. El costo de regeneración se estimó solamente en los bosques de pino, no así para el bosque latifoliado ni para pasto ya que estas áreas

quemadas en los tres años de la investigación son pequeñas en relación al total quemado en bosque de pino.

Contaminación atmosférica

Se evaluó el costo generado por emisiones de carbono en los incendios forestales y se estimó el valor con base en la producción de CO₂ por tonelada y el precio en el mercado que es de US\$ 19.94 la tonelada (Point Carbon, 2009).

Para el cálculo de emisiones de CO₂ se utilizó el sistema PEMS (Portable Emissions Monitoring System). Según Aprovecho Research Center (2008), este sistema fue diseñado para cuantificar emisiones de estufas de cocina recolectando, midiendo y analizando emisiones de CO₂ y CO así como el uso de combustible. El sistema trabaja cuando la cubierta y el ventilador colectan el humo de la estufa, este lo envía por mangueras a los sensores (el sensor mide las concentraciones) donde la computadora muestra y graba la corriente y concentraciones en tiempo real. El Sensor de CO₂ usa infrarrojo no dispersivo para medir la concentración en ppm y el voltaje de salida, 1 ppm equivale a 0.001 V (Voltio).

Originalmente el sistema mide emisiones de estufas, pero en esta investigación se lo utilizó para medir las emisiones de los combustibles de los terrenos donde ocurrieron los incendios forestales; la cobertura se clasificó en tres tipos: pino, latifoliado y pasto. Para hacer las estimaciones de cantidades de CO₂ en toneladas emitidas a la atmosfera, se tomó en campo muestras de 1 m² para cada tipo de combustible (pino, latifoliado y pasto). De cada una de las muestras de campo, se obtuvo 10 submuestras de 0.0907 kg. Cada una de las submuestras se quemó y el "software" del sistema PEMS mostró la cantidad de CO₂ en voltaje. Con las emisiones en partes por millón se calculó un promedio aritmético para cada tipo de combustible y se obtuvo un valor de emisiones por m² para luego calcular las toneladas de CO₂ emitidas por ha quemada por cada tipo de combustible.



Figura 2. Quema de pasto para obtener las emisiones usando el sistema PEMS.

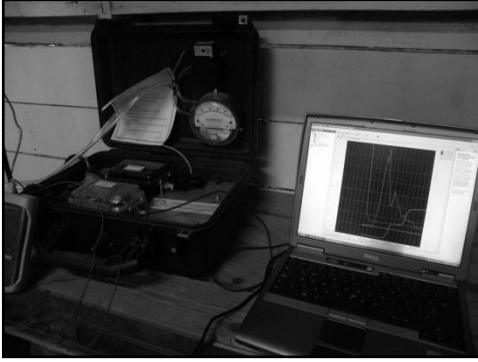


Figura 3. Equipo de medición PEMS utilizado para determinar las emisiones de CO₂.

En este experimento no se consideró las variables que afectan directamente al incendio forestal como temperatura, humedad relativa, pendiente, dirección y velocidad del viento, solamente se tomó el tipo de combustible según la cobertura del área quemada (pino, latifoliado y pasto) y se colocó el material inclinado asemejando a una pendiente. Para futuras investigaciones se recomienda controlar todas o gran parte de las variables para presentar un valor más exacto.

Leña

La quema del bosque para obtener leña evitando reglamentaciones es común en latinoamérica, esta acción genera un costo que se estimó al calcular la cantidad de leña extraída por ha usando la técnica del transepto en el cerro El Burro. Con la cantidad de leña extraída proyectada para los incendios forestales ocurridos en los años 2007, 2008 y 2009 y el costo de leña que según la Unidad Empresarial Forestal en Zamorano es de US\$ 10.58 (200 L.) el m³, se obtuvo el costo por extracción de leña el cual se perdió al ocurrir un incendio. En la recolección de información para obtener datos sobre la leña, se utilizó una barra telemétrica, cinta métrica, cinta diamétrica, mapa de ubicación y una hoja de datos elaborada por el autor (Anexo 5).

Pérdida de crecimiento de madera

Existe una relación entre la pérdida de crecimiento y la copa quemada del árbol de pino. Según el Servicio Forestal de los Estados Unidos (1989), cuando existe un porcentaje de copa quemada del 0 a 33%, se puede producir alguna pérdida de volumen en el crecimiento post-incendio de la primera temporada de crecimiento. Cuando la copa es quemada de 34 a 66%, el volumen de la pérdida de crecimiento por lo general va a ser menor del 40% y se limita al primer periodo de crecimiento post-incendio. Cuando la copa esta quemada de 67 a 100%, la reducción puede ser tan alta como el crecimiento del volumen de un año completo divididas a tres años.

Para establecer el volumen de madera perdido después del incendio forestal se tomó muestras de la altura, copa total, copa quemada y DAP (Diámetro a la Altura del

Pecho, 1.30 m) de todos los árboles ubicados en transeptos en el cerro El Burro quemado el 12 de abril del 2009. Para la obtención de esta información se utilizó un clinómetro, cinta diamétrica, cinta métrica, brújula, GPS, mapa de ubicación y una hoja de datos elaborada por el autor (Anexo 6). Se elaboraron cuatro transeptos con 590, 470, 360 y 170 m de largo por 20 m de ancho cada uno.

Se encontró que para el *Pinus oocarpa*, el crecimiento está en un ámbito de 5 a 10 mm de diámetro por año (Wolffsohn, 1984; citado por Agudelo, 1988). Con el crecimiento anual y el porcentaje de pérdida de crecimiento causado por el incendio forestal (chamuscón de copa), se estimó cuanto se deja de percibir calculando el volumen perdido y multiplicándolo por el precio del pie tablar de madera que según la Secretaría de Industria y Comercio de Honduras (2009), es de US\$ 0.79.

Agua

La Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, tiene dos zonas de captación de agua, una que es el cerro El Uyuca y Santa Inés (Anexo 12 y 13). La zona de captación de agua para el cerro Uyuca cuenta con un área de 154.06 ha y capta 592,395 m³/año. En Santa Inés, la zona de captación tiene un área total de 762.14 ha y capta 1 735,000 m³/año; estas áreas son las que están dentro de las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, y para su valoración se utilizó un costo de 16 L. (0.84 US\$) por m³ como el valor del agua (Servicio Autónomo de Acueductos y Alcantarillados, 2003).

3.3.3 Beneficios Socioeconómicos

Leña

La leña además de ser un costo ambiental por ser extraída del bosque, en un incendio también es un beneficio socioeconómico ya que las personas lo utilizan como fuente de energía. Para estimar el costo generado por la extracción como beneficio socioeconómico, se utilizó la misma metodología para esta variable mencionada en el apartado anterior (3.3.2). Al final, en la relación beneficio costo, el valor neto de la leña es nulo porque es un costo ambiental por su extracción del bosque y un beneficio socioeconómico por servir de fuente de energía para la población.

3.3.4 Beneficios Ambientales

Quema de combustible acumulado

Los bosques van acumulando combustible en sus suelos, la caída de hojas secas, ramas muertas, sotobosque muerto, basura y pasto seco son materiales muy inflamables. Un correcto manejo del bosque implica realizar quemas prescritas para reducir la probabilidad que un área vaya a incendiarse en el futuro.

Generalmente antes de provocar una quema se hacen rondas para evitar que el fuego se pase a otras zonas, para una ha, esta actividad idealmente la realizan tres personas durante dos días de trabajo (16 horas); después de la ronda se procede a la quema donde están presentes seis personas durante una hora usando un galón de combustible (½ gasolina – ½ diesel), que implica costos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Costos incurridos por quemar una ha de combustible acumulado en campo en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

Actividad	Número de personas necesarias	Tiempo (h)	Costo US\$
Rondas	3	16	140.5
Quema	6	1	17.6
Combustible	-	-	3.1
TOTAL			161.2

Fuente: Empresa Universitaria Forestal, 2009.

3.3.5 Análisis de datos

Para calcular cuánto cuesta un incendio forestal, se realizó una diferencia entre los beneficios y costos estimados generados por los incendios.

$$\text{Beneficio Total} - \text{Costo Total} = \text{B/C del incendio forestal} \quad [3]$$

$$\text{Beneficio Total} = \text{leña} + \text{quema de combustible acumulado} \quad [4]$$

$$\text{Costo Total} = \text{Costo Socioeconómico} + \text{Costo Ambiental} \quad [5]$$

$$\text{Costo Socioeconómico} = \text{Control} + \text{Protección} + \text{Incapacidad} \quad [6]$$

$$\text{Costo Ambiental} = \text{Regeneración} + \text{Contaminación atmosférica} + \text{Leña} + \text{Pérdida de crecimiento de madera} + \text{Agua} \quad [7]$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVALUACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Según los registros proporcionados por la Unidad Empresarial Forestal de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, se encontró que en el año 2007, 2008 y 2009 ocurrieron 14, 3 y 7 incendios forestales respectivamente, cada uno causando su impacto a su paso.

En el 2007 se dio la mayor cantidad de incendios forestales, 14, quemando 36.02 ha (Cuadro 5). El año 2008 tuvo 3 incendios con un área quemada total de 3.02 ha, mientras que en el año 2009 hubo un total de 7 incendios, quemando 102.38 ha (Cuadro 5).

El promedio de área quemada por incendios a nivel de Honduras en el año 2008 fue 39.55 ha (CONAPROFOR, 2008), con esta información y los datos del cuadro 5 se puede afirmar que los bosques y plantaciones dentro de las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, son bien manejadas porque las medias de las ha quemadas por incendios en los últimos tres años son inferiores al promedio nacional.

Cuadro 5. Área quemada promedio por año en los incendios forestales en los años 2007, 2008 y 2009 en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

Año	Número de incendios	Área quemada total (ha)	Promedio de área por incendios (ha)
2007	14	36.02	2.5
2008	3	3.02	1.0
2009	7	102.38	14.6

De los registros, se conoció que todos los incendios forestales ocurren entre los meses de enero y junio (Figura 4), meses con temperaturas más altas y sequías más fuertes. Todo esto forma un ambiente adecuado para la ocurrencia de incendios forestales.

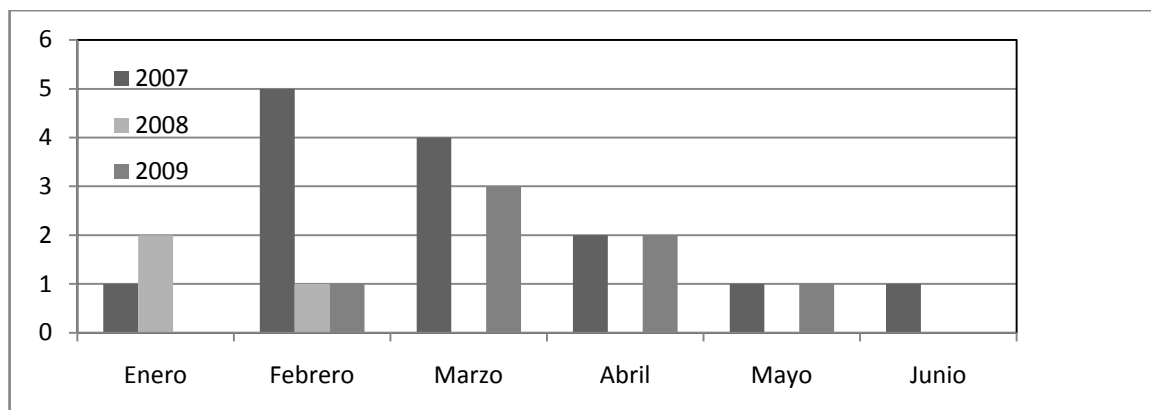


Figura 4. Ocurrencia de los incendios forestales en los años 2007, 2008 y 2009 en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

Los incendios forestales ocurridos en los años 2007, 2008 y 2009 en las propiedades de El Zamorano, han afectado al bosque de pino, con un total de 98.09 ha para los tres años de estudio, 25.05 ha del bosque latifoliado y 18.26 ha de pasto (Cuadro 6).

Cuadro 6. Área quemada según el tipo de vegetación por los incendios en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano para los años 2007, 2008 y 2009.

Año	Pino (ha)	Latifoliado (ha)	Pasto (ha)
2007	13.00	7.00	16.00
2008	0.80	0.30	2.00
2009	84.00	18.00	0.25
Total	98.00	25.00	18.00

4.2 PROVOCACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES

De los incendios forestales ocurridos en los años 2007, 2008 y 2009 en tierras de Zamorano, según los registros de la Unidad Empresarial Forestales todos fueron provocados por causas antropogénicas. Entre otras probables causas, se tienen registradas quema de basura y corto circuitos pero en comparación con la mano criminal, estos son pocos a excepción en el año 2009 donde tres de siete incendios fueron provocados por quema de basura. Debido al gran porcentaje de incendios provocados por personas, se planteo indagar en las razones del por qué estos criminales atacan contra el bosque.

En las entrevistas con los informantes claves, se determinaron varias razones que incentivan a las personas a quemar el bosque, entre ellas están:

- Falta de educación ambiental.
- Preparación de tierras para el cultivo (quemadas agrícolas).
- Quemadas para ganadería (regeneración de pastos, control de garrapatas).

- Quemadas de basura.
- Inconformidad con El Zamorano.
- Para la extracción de madera o leña como un engaño a las autoridades competentes.
- Pirómanos.

La falta de educación ambiental influye en cierta medida a todas las otras razones antes mencionadas, ya que se necesita conocer mejores técnicas para la preparación de tierras para el cultivo y evitar quemadas agrícolas. Se necesita conocer sobre el manejo de tecnología adecuada para quemadas en ganadería o en las quemadas de basura. Además, se necesita conocer medidas alternativas para resoluciones de conflictos y no quemar el bosque por resentimientos.

Aparte de la falta de educación, existen condiciones económicas que influyen también en los motivos que lleva a las personas a iniciar los incendios como por ejemplo el uso de fuego en las preparaciones de tierra para cultivar. Esta práctica es indispensable para agricultores quienes no tienen recursos para utilizar mayor tecnología, haciendo necesario prender en llamas sus tierras descartando el peligro que corren si esto inicia un incendio forestal. La quema del bosque para regeneración de pastos y el control de garrapatas es indispensable en pequeñas ganaderías, representando gran peligro para los bosques si no se tiene el control o no se cuenta con la tecnología necesaria para controlar el fuego.

Para la quema de basura se debe contar con las condiciones necesarias para su calcinación, condiciones que son establecidas por las Unidades Municipales Ambientales. Una simple quema de basura podría terminar en un terrible incendio forestal afectando a todo el recurso y la comunidad.

Resentimientos con la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, por disponibilidad de agua y leña para comunidades aledañas, genera conflictos con las personas incitándolas a quemar el bosque como venganza.

En las entrevistas, se encontró que las personas provocan incendios forestales debido a que es la única vía que encuentran para la extracción de madera o leña, burlando a las autoridades competentes. Para extraer madera se requiere que el árbol este muerto y el provocar incendios forestales es una alternativa de solución a esta causa. Además, se encontró que los pirómanos quienes son las personas que sienten gusto o placer por quemar, provocan incendios forestales. Según La Tribuna (2009), el sábado 9 de Mayo del año 2009, un pirómano fue capturado y enviado a la Penitenciaría Nacional de Támara por quemar más de 10 mil 600 árboles ubicados en El Burro y La Cantera, en San Antonio de Oriente. La fiscalía de medio ambiente pidió una pena de al menos 9 años, pero podría pasar hasta 15 años en la cárcel.

En las entrevistas se establecieron varias soluciones para minimizar los incendios forestales. Alternativas como una correcta aplicación de las leyes y un funcionamiento más eficiente de las Unidades Municipales Ambientales ayudaría en mermar la cantidad de incendios. Las Unidades Municipales Ambientales otorgan los permisos para quemadas

controladas, por lo tanto, ellos deben inspeccionar si se cuenta con las condiciones y tecnología apta para la actividad.

La quema de basura se deriva de la ausencia de camiones recolectores de basura. Un mejor servicio en esto minimizaría la necesidad de quemar la basura y por ende la probabilidad que ocurra un incendio no deseado. Como otra opción se puede tomar en cuenta el manejo de basura en proyectos como en La Escuela Agrícola Panamericana.

La falta de educación y conciencia sobre el correcto uso y manejo de los recursos naturales representa un problema gravísimo. El educar reduciría considerablemente el número de incendios forestales teniendo siempre en cuenta que esta es una solución a largo plazo porque educando a las actuales generaciones, en un futuro se contará con recursos naturales más sanos y mejor manejados. Se debe educar a los jóvenes en temas como medio ambiente, naturaleza, cuidado y manejo de los recursos naturales; enseñar que toda la naturaleza en conjunto proporciona vida al ser humano y mejora su calidad del mismo.

La educación sería posible con una campaña intensiva tanto en escuelas como colegios donde se muestre el daño que causan los incendios forestales en la naturaleza y la vida humana, pero sobre todo mostrar cómo sería todo sin incendios en la comunidad. Para esto se puede usar hojas volantes, afiches y anuncios de radio.

4.3 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS PARCIALES DE LOS INCENDIOS FORESTALES

4.3.1 Costos Socioeconómicos

Controlar el incendio forestal, proteger el bosque para prevenir quemas y el costo causado por bajas de los empleados en el combate contra el fuego (incapacidad), son costos socioeconómicos que se generan por la actividad del hombre en el medio (Anexo 8).

Esfuerzo (Control)

Con los registros de los incendios forestales para los años 2007, 2008, 2009 y los presupuestos de protección anuales, se estimó el costo de control de incendios sumando los costos de mano de obra utilizada, radio, transporte, herramientas y alimentación (Cuadro 7).

Cuadro 7. Costos en US\$ de control por año para los incendios forestales ocurridos en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009.

	2007	2008	2009
Mano de obra	1,676.0	314.2	4,602.8
Radio	246.0	28.7	223.9
Transporte	335.7	61.0	271.8
Herramientas	0.0	3.1	26.5
Alimentación	216.1	0.0	926.2
TOTAL (control)	2,473.9	407.0	6051.3
Área (ha)	36.0	3.0	102.4

Esfuerzo (Protección)

Usando el costo de protección por ha, se estimó el costo de protección por incendio ocurrido en los años de estudio (Cuadro 8). Por tener mayor área quemada el año 2009 con 102.38 ha tuvo mayores costos de protección totales para ese año de US\$ 4,640.53, diferente al año 2008 que con 3.02 ha quemadas tuvo menor costo US\$125.46 y 2007 con 36.01 ha quemadas, el costo total para ese año fue de US\$ 1,514.26 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Costo en US\$ de protección de las tierras de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano por ha para los años 2007, 2008 y 2009.

Año	Presupuesto para protección	Área total ha	Costo de protección por ha	Área quemada ha
2007	127,939.8	3,043.0	42.0	36.0
2008	126,250.7	3,043.0	41.5	3.0
2009	137,937.0	3,043.0	45.3	102.4

Fuente: Empresa Universitaria Forestal, Zamorano.

Costo de incapacidad

Con la información de incapacidades de los empleados de la Empresa Universitaria Forestales entre los meses de enero y junio brindada por El Zamorano (Cuadro 2), se calculó que en el año 2007 el costo por enfermedad fue de US\$ 70.08, para el año 2008 fue de US\$ 52.56 y para el año 2009 fue de US\$ 192.72 . El más alto es el año 2009 porque hubo mayor número de empleados con más días de incapacidad.

4.3.2 Costos Ambientales

Regeneración

Según la información mostrada en el cuadro 3 y la metodología para regeneración planteada en el inciso 3.3.2, se determinó que el costo de regeneración por ha de bosque de pino es US\$ 17.71. En el año 2007, el costo de regeneración total fue de US\$ 690.79, para el año 2008 fue de US\$ 40.06 y para el 2009 es de US\$ 4,481.39. Siendo este el más alto porque se quemó mayor área de pino, 84.35 ha.

Contaminación atmosférica

En la metodología se planteó recolectar 10 muestras de 0.0907 kg cada una y se procedió a quemarlas para medir las concentraciones de CO₂ usando el sistema PEMS. Para cada tipo de combustible se estimó las emisiones totales por ha quemada (Cuadro 9).

Cuadro 9. Toneladas de CO₂ emitidas por ha quemada en los incendios forestales según tipo de combustible.

Tipo de combustible	CO2 Ton/ha
Pino	1.237
Latifoliado	0.690
Pasto	1.169

Con las toneladas por ha para cada tipo de combustible, área quemada por incendio y el precio en el mercado de US\$ 19.94 (Point carbón 2009), se obtuvo el total de emisiones y costo para cada año (Cuadro 10).

Cuadro 10. Toneladas emitidas y costo en US\$ por emisiones de CO₂ en los incendios forestales en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009.

Año	Área quemada (ha)	Toneladas CO ₂	Costo por emisiones de CO ₂ /año
2007	39.6	39.6	791.0
2008	3.4	3.5	9.0
2009	116.9	116.9	2,330.0

Leña

Para el año 2007 hubo un costo total de US\$ 607.54, para el año 2008 el costo fue de US\$ 51.01 y para el año 2009 el costo fue de US\$ 1,726.91 influenciado directamente por la extensión del área quemada al existir mayor disponibilidad de leña (Anexo 9).

Pérdida de crecimiento de madera

Según la metodología planteada, el costo total por pérdida de crecimiento de madera para el año 2007 fue US\$ 5,410.73, para el año 2008 es US\$ 298.10 y para el año 2009 fue US\$ 33,349.49. En el año 2009 se quemaron 84.34 ha de bosque de pino afectando y dificultando el crecimiento en diámetro del árbol porque este invierte su energía en volverse a recuperar para después volver a continuar su desarrollo y crecimiento.

Agua

El agua es un factor muy preponderante en los costos de los incendios forestales. En este caso se asume que un incendio dentro de la zona de recarga afecta directamente al recurso agua con costos más altos que en áreas de no recarga. Con la metodología planteada para la valorización del agua en el inciso 3.3.2, el costo del recurso agua para una ha quemada dentro de la zona de recarga del cerro Uyuca es de US\$ 3,229.98 y para una ha quemada dentro de la zona de recarga en Santa Inés es de US\$ 1,912.25. El único incendio que afectó un área de recarga fue el 19 de mayo de 2009 en Raspa Raspa, Santa Inés; afectando 15.50 ha dentro de la zona de captación incurriendo en un costo de US\$ 29,883.51.

4.3.3 Beneficios Socioeconómicos

Leña

La leña además de ser un costo ambiental por ser extraída del bosque, es un beneficio socioeconómico ya que las personas lo utilizan como fuente de energía y al existir disponibilidad, esta será extraída del bosque. Para el año 2007 hubo un costo total de US\$ 607.54 en leña extraída, para el año 2008 el costo de leña extraída fue US\$ 51.01 y para el año 2009, el costo fue US\$ 1,726.91 (Anexo 10).

4.3.4 Beneficios Ambientales

Quema de combustible acumulado

La elaboración de rondas y quemas controladas para el manejo de garrapatas y preparación de suelo representa un costo de US\$ 161.05 por ha quemada. Para la estimación de este valor se tomó en cuenta el número de horas empleadas de trabajo, el número de personas que intervienen en la actividad y la cantidad de combustible usado y su precio en el mercado (Cuadro 4). El costo total para el año 2007 fue US\$ 5,801.21, para el año 2008 fue US\$ 487.04 y para el año 2009 fue US\$ 16,489.67 (Anexo 11).

4.3.5 Análisis de datos

Con los costos y beneficios estimados mostrados (Cuadro 11), se utilizó la siguiente ecuación para encontrar el valor total parcial de los incendios forestales en El Zamorano.

$$\text{Beneficio Total} - \text{Costo Total} = \text{B/C del incendio forestal} \quad [3]$$

Cuadro 11. Resumen de costos en US\$, beneficios y relación beneficio/costo por año de los incendios forestales en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, en 2007, 2008 y 2009.

	2007	2008	2009
Costos. socioeconómicos	6,568	995	17,038
Costos. ambientales	7,229	458	71,771
Beneficios. Socioeconómicos	607	51	1,726
Beneficios. Ambientales	5,801	487	16,489
Total. Costos	13,797	1,453	88,810
Total. Beneficios	6,408	538	18,216
B-C	-7,389	-915	-70,593

Este estudio indicó que los beneficios ambientales son mayores a los beneficios socioeconómicos, dado que el único beneficio socioeconómico analizado fue la leña y este interesa únicamente a las comunidades aledañas a El Zamorano y no a la misma institución. El beneficio ambiental quema de combustible acumulado es traído por los incendios ya que al quemarse el bosque, la institución no incurre en los costos para hacerlo.

Con los incendios forestales se obtiene mayores costos que beneficios generando pérdidas para la institución y demostrando que las actividades de protección son completamente necesarias y no deben faltar. En el año 2009 hubo mayores pérdidas por ha quemada, el valor fue US\$ 690 (Cuadro 12).

Cuadro 12. Relación beneficio/costo en US\$ por ha quemada en los incendios forestales de la Escuela Agrícola Panamericana en los años 2007, 2008 y 2009.

Año	Área quemada(ha)	Beneficio-Costos	Beneficio-Costo/ha
2007	36.02	-7,389	-205
2008	3.02	-915	-303
2009	102.37	-70,593	-690

Con la información obtenida en este estudio, se puede concluir que desde el año 2007 los costos causados por los incendios forestales ha venido en aumento y en todos los años estudiados, los incendios forestales han generado más costos que beneficios.

4.3.6 Costos por hectárea quemada

Con los incendios forestales se perciben altos costos (Cuadro 13), en este apartado se analizó el costo por ha quemada que traen consigo los incendios forestales.

Cuadro 13. Costos socioeconómicos y ambientales en US\$ por ha quemada de los incendios forestales en propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano para los años 2007, 2008 y 2009.

Año	Área (ha)	Costos. socioeconómicos	Costos. ambientales	Total Costos	Costo/ha
2007	36.0	6,568.3	7,229.6	13,797.9	383.1
2008	3.0	995.1	458.1	1,453.2	480.7
2009	102.4	17,038.3	71,771.	88,810.1	867.5

En los años 2007 y 2009 los mayores costos son los ambientales (Cuadro 13), sin embargo, en el año 2008 son menores, solamente US\$ 458.12 para todo el año. A menores áreas quemadas, los costos socioeconómicos son mayores que los ambientales, debido a que hay un mayor gasto en control y protección mientras que en mayores áreas quemadas, los costos ambientales son mayores causando grandes pérdidas (Cuadro 13).

4.3.7 Beneficio por hectárea quemada

En este apartado se analizó cuales son los beneficios por ha quemada que traen consigo los incendios forestales (Cuadro 14).

Cuadro 14. Beneficios en US\$ por ha quemada de los incendios forestales en propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano para los años 2007, 2008 y 2009.

Año	Área (ha)	Beneficios. Socioeconómicos	Beneficios. Ambientales	Total. Beneficios	Beneficio/ha
2007	36.02	607.5	5,801.2	6,409.8	178.9
2008	3.02	51.0	487.0	538.0	178.9
2009	102.37	1,727.9	16,490.6	18,217.6	178.9

Según las variables analizadas en este estudio, los beneficios (Cuadro 14) que traen consigo los incendios forestales son los mismos por ha para los tres años de estudio.

4.4 BENEFICIOS DE PROTECCION CONTRA LOS INCENDIOS

Usando las variables analizadas anteriormente, se determinó el beneficio que incurre el bosque cuando no se quema. Con los datos obtenidos y el número de ha totales que no se quemaron en las propiedades de El Zamorano, se calculó el beneficio y el costo incurrido cuando no hay incendios forestales (Cuadro 15).

Cuadro 15. Resumen de beneficios y costos en US\$, cuando no hay incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

	2007	2008	2009
Beneficios Socioeconómico			
Esfuerzo (control)	5,270	135,666	1,459
Costo de incapacidad	70	53	193
Beneficios Ambientales			
Regeneración	38,047	38,225	37,227
Contaminación Atmosférica	68,662	81,997	67,122
Pérdida de crecimiento de madera	788,356	854,291	821,244
Agua	1,970,792	1,970,792	1,940,909
Costo Socioeconómico			
Esfuerzo (protección)	127,308	126,125	135,245
Costo Ambiental			
Quema de combustible	484,296	489,611	473,608
TOTAL COSTOS	611,605	615,736	608,853
TOTAL BENEFICIOS	2,871,198	3,081,024	2,868,154

El beneficio mínimo de no quemar el bosque es de US\$ 751 la ha (Cuadro 16).

Cuadro 16. Beneficios en US\$ por ha de que no haya incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

	2007	2008	2009
Beneficios - Costos	2,259,594	2,465,288	2,259,300
Área (ha)	3006	3039	2941
Beneficios - Costos/ha	751	811	768

5. CONCLUSIONES

- Las zonas más propensas a incendios forestales son Las Gradadas y el cerro El Burro con cuatro incendios registrados en cada área, en lo comprendido entre el periodo del 2007 al 2009. Su cercanía a las comunidades las convierte en zonas más vulnerables y con mayor acceso a incendiarios.
- De los incendios forestales en los tres años de estudio en tierras de Zamorano, todos fueron provocados por la mano del hombre según los registros de la Unidad Empresarial Forestales.
- Entre las principales causas que obligan a las personas a quemar el bosque se incluye la falta de educación, preparación de tierras para cultivo, quema para ganadería, quema de basura, inconformidad y conflictos con El Zamorano, extracción de madera engañando a las autoridades competentes y por último los pirómanos o manos criminales.
- La actividad de protección forestal genera un beneficio económico ya que al prevenir incendios forestales estamos protegiendo el recurso y cerrando la posibilidad de costos perdidos por incapacidad, regeneración muerta, pérdida de crecimiento de madera, contaminación atmosférica, esfuerzo por control y protección del bosque y los beneficios que nos brinda el recurso.
- Los incendios forestales no solo perjudican al bosque, también crean beneficios como disponibilidad de leña para los habitantes de la zona, y quema del combustible acumulado.
- El estudio encontró un beneficio mínimo en los tres años de estudio de US\$ 751 por hectárea no quemada, y un total de US\$ 2,285,293 mínimo de beneficios al año por proteger el bosque y no permitir que se quemara.
- Un incendio forestal en las áreas de recarga implicaría mayores costos debido al agua, el costo por ha quemada en la zona de recarga del Uyuca considerando solamente el agua es de US\$ 3,230 y en Santa Inés es de US\$ 1,912 por esta razón si un incendio ocurre en esta zona, el costo sería más alto que en las otras áreas.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio cualitativo para determinar tener un mayor enfoque de cuáles son las principales razones que llevan a las personas a provocar los incendios forestales.
- Para obtener un valor más cerca de la realidad de los costos y beneficios que provocan los incendios forestales, es necesario evaluar más variables como erosión, pérdida de fertilidad del suelo, cantidad y disponibilidad de agua, fauna y flora silvestre porque entre más variables estudiadas, más exacto será el costo o beneficio total obtenido.
- Continuar este estudio (los años 2010 y 2011 se considera que será un pico en incendios) debido a que es una valoración parcial y los valores obtenidos no representan el costo y beneficios totales que crean los incendios forestales.
- En la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, es poca la información que hay sobre flora y fauna que habita dentro de sus propiedades, por esta razón es difícil estimar cuanto se pierde o se gana en flora y fauna a causa de los incendios forestales debido a que no se conoce el antes y el después del impacto. Estudios sobre flora y fauna más detallados en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana permitirán encontrar su valor.
- Realizar estudios para fijar la relación entre bosques, sistemas hidrogeológicos y agua para encontrar el verdadero impacto de los incendios forestales sobre el agua y valorar mejor el recurso.

7. LITERATURA CITADA

Agudelo, N. 1988. Plan de manejo para el bosque del Uyuca de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras: primeros cinco años. Tesis Mag. Sc., UCR/CATIE, Turrialba, CR. 320 p.

Alvarado, C; Rosales, Salazar, M. 2001. El Manejo de los Incendios Forestales y la Participación de las Comunidades Locales. Siguatepeque, HN. 15 p.

AFE-COHDEFOR (Administración Forestal del Estado, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal), C.I.E.F (Departamento de Planificación, Centro de Información y Estadísticas Forestales). 2008. Anuario Estadístico Forestal de Honduras 2007. Tegucigalpa, HN. Vol. 22. 220 p.

Aprovecho Research Center. 2008. Instructions for Use of the Portable Emissions Monitoring System (PEMS). Oregon, USA. 21 p.

Banco Central de Honduras. 2008. Índice de Precios al Consumidor (En línea). Tegucigalpa, HN. Consultado 23 sep. 2009. Disponible en: http://www.bch.hn/indice_precios_pub.php.

Comisión Centro Americana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). 1998. Incendios: Problemática y perspectivas, Memoria de la Reunión Técnica. San Pedro Sula, 23 y 24 de Junio 1998. HN. 16 p.

Comisión Técnica del Petróleo. 2009. Precios de los combustibles derivados del petróleo para los países de CA. (En línea). Tegucigalpa, Honduras. Consultado 11 oct. 2009. Disponible en: <http://www.cap.gob.hn/>.

CONAPROFOR. 2008. Resumen de los Resultados de la Evaluación de Protección Forestal 2008. HN. Informe Técnico. 13 p.

Davis, K. 1959. Forest Fire: Control and Use. New York, United States of America, McGRAW-HILL Book Company, Inc. 584 p. (The American Forestry Series).

Empresa Universitaria Forestales, El Zamorano, 2009. Registros en archivo. Tegucigalpa, HN.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, IT). 1999. Informe de la reunión sobre políticas públicas que afectan a los incendios forestales: preámbulo. (En línea). Roma, Italia. Consultado 14 oct. 2009. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/meeting/X1163s.htm>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, IT). 2000. Definiciones usadas en situación de los bosques del mundo. (En línea). Roma, Italia. Consultado 23 oct. 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/y0900S/y0900s11.htm>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, IT). 2006. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005: Hacia la ordenación forestal sostenible, Incendios Forestales. (En línea). Roma, Italia. Consultado 28 oct. 2008. Disponible en www.fao.org/docrep/009/a0400s/a0400s00.htm.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, IT). 2008. Los bosques y el cambio climático (En línea). Consultado 28 oct. 2008. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/climatechange/es/>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, IT). 2009. Tipos de peligros y de emergencias: Incendios forestales. (En línea). Consultado 16 oct. 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/emergencies/home0/tipos-de-peligros-y-de-emergencias/forest-fire/es/>.

FEMA (Agencia Federal para el manejo de emergencias, US), 2004. Antecedentes: Incendios forestales. (En línea). Washington, USA. Consultado 11 nov. 2008. Disponible en http://www.fema.gov/spanish/hazards/fires/wildlan_spa.shtm.

Granadino, M. 2008. Valor Económico Total (VET): Valores de no-uso. (diapositivas). Tegucigalpa, Hn. 16 transparencias.

Herrera, B. 2001. Valoración económica del agua en la microcuenca Santa Inés, San Antonio de Oriente, Honduras. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 52 p.

IPS (Instituto de Políticas para la Sostenibilidad, CR); Barrantes, G; Di Mare, M. 2001. Metodología para la evaluación Económica de Daños Ambientales, Resumen. CR. 45 p.

La Tribuna. 2009. Lo apresan por quemar 106 hectáreas de bosque. (En línea). Tegucigalpa, Hn. Consultado 14 oct. 2009. Disponible en: <http://www.latribuna.hn/news/45/ARTICLE/63569/2009-05-09.html>.

Lopez, R. 1997. Efecto del fuego en el crecimiento de *Pinus oocarpa* (Schiede). Proyecto de Graduación del programa de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura, Zamorano, Honduras. 34 p.

Longwell, T. 2009. Comunicación personal. Plantaciones experimentales en Las Gradadas. HN. Empresa Universitaria Forestal, E.A.P, El Zamorano, Honduras.

McGaffey, L. 1999. Cultures of the World: Honduras (En línea). Consultado el 4 de junio del 2009. Disponible en: <http://books.google.hn/books?id=dNTKgbj-fJ8C>.

Martínez E y Becerra M. 2004. Usos y efectos del fuego: Efectos del fuego sobre el suelo, respuesta biótica. Chile. Diapositivas 39 transparencias. Disponible en: <http://agronomia.uchile.cl/>.

Maura Pazmiño, G. 2002. Determinación y Valoración Económica de la Erosión Hídrica en Terrenos Afectados por Incendios Forestales en Tatumbula, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 46 p.

Myers, R., J. O'Brien y Steven Morrison, Descripción General del Manejo del Fuego en las Sabanas de Pino Caribe (*Pinus caribaea*) de la Mosquitia, HN. GFI informe técnico 2006-1^a. The Nature Conservancy, Arlington, VA. 29 p.

Pearce D. W.; Moran D. 1994. The Economic Value of Biodiversity. London, Great Britain, Earthscan Publications Limited. 172 p.

Pearce D. W.; Turner R.K. 1990. Economics of natural resources and the environment. Baltimore, Great Britain, The Johns Hopkins University Press. 378 p.

Pérez, M; Fernandes, C; Sayer, J. 2007. Los servicios ambientales de los bosques. (En línea). España. Consultado 13 oct. 2009. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=509>.

Point Carbon. 2009. Precio de la tonelada de CO₂: US\$ 19.94 para el 21 de septiembre de 2009. (En línea). Consultado 21 sep. 2009. Disponible en: <http://www.pointcarbon.co>).

Sánchez, M. 1999. Capacidad de uso de las tierras en el valle de El Zamorano, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 30 p.

Schindler, L; Flachsenberg, H; Romero, F. 2002 Incendios Forestales en Guatemala, Honduras y Nicaragua. Eschborn, Al. 117 p.

Secretaría de Industria y Comercio. 2009. Carreta básico de la construcción: Monitoreo de precios realizado el 23 de julio de 2009. (En línea). Honduras. Consultado 22 sep. 2009. Disponible en: http://www.sic.gob.hn/produccion/precios/carreta/utiles_2009.pdf.

SEMARNAT (Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales, ME) 2008. Resultados del Programa de Prevención y Control de Incendios Forestales 2008: Definición de Incendio Forestal. (En línea). México. Fuente original: FAO, 2007. Consultado 11 nov. 2008. Disponible en http://proteccioncivil.guanajuato.gob.mx/grupos/cepc/result_tempoincendforesconafor.pdf.

Servicio Forestal de la región sur del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 1989. Una guía para el fuego prescrito en los bosques del sur. Publicación técnica R8-TP 11. Consultado 22 sep. 2009. Disponible en <http://www.bugwood.org/pfire/index.html>.

Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado. (2003). Costo de Suministro de Agua Potable por m³: Tarifa actual aprobada de septiembre del 2003. Tegucigalpa, HN.

Unesco, 1978. Tropical forest ecosystems: Tropical forest ecosystems as part of the biosphere. France. 683 p.

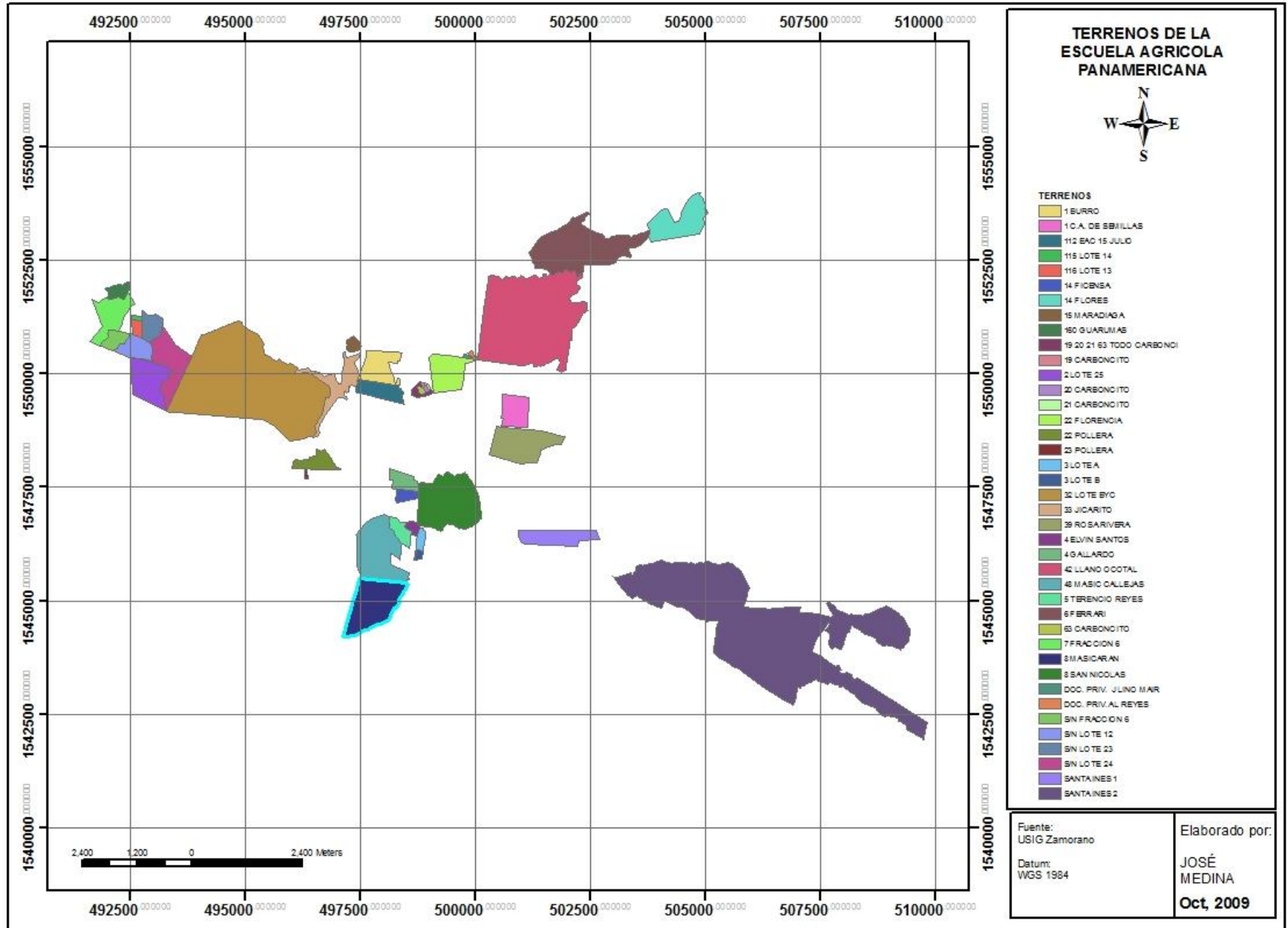
UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) 2008. Valoración Económica. (En línea). Consultado 23 oct. 2009. Disponible en: http://www.iucn.org/es/sobre/union/secretaria/oficinas/sudamerica/sur_trabajo/sur_bosques/sur_bosquesea/sur_ve/.

Vélez, R. 2006. La defensa contra incendios forestales: fundamentos y experiencias. Madrid, España, McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. 1021 p.

WWF, 2008. ¿Qué es un bosque?: El ecosistema boscoso. (En línea). Consultado 14 nov. 2008. Disponible en: <http://www.panda.org/es/acerca/hacemos/bosques/index.cfm>.

8. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de las tierras de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 2009.



Anexo 2. Propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 2009.

N	SITIO	Área (ha)
	115 Lote 14	2.12
2	7 Fracción 6	52.40
3	S/N Fracción 6	17.02
4	S/N Lote 12	29.99
5	116 Lote 13	6.86
6	2 Lote 25	65.06
7	S/N Lote 24	68.71
8	S/N Lote 23	23.55
9	160 Guarumas	13.11
10	14 Ficensa	11.28
11	8 Masicarán	105.46
12	4 Gallardo	20.70
13	46 Basurero	1.66
14	48 Masic Callejas	117.80
15	5 Terencio Reyes	17.39
16	15 Maradiaga	8.17
17	1 C.A de semillas	39.46
18	Doc. priv. J Lino Mair	1.35
19	Doc. priv. Al Reyes	2.03
20	19 20 21 63 Todo Carbonci	10.80
21	112 EAC 15 Julio	34.58
22	1 Burro	49.78
23	39 Rosa Rivera	88.41
24	14 Flores	76.58
25	22 Pollera	25.35
26	32 Lote BYC	521.80
27	33 Jicarito	55.95
28	42 Llano Ocotal	394.16
29	6 Ferrari	178.98
30	32 Lote A	603.94
31	8 San Nicolás	142.13
32	4 Elvin Santos	7.12
33	22 Florencia	56.03
34	23 Pollera	1.37
35	3 Lote B	2.75
36	3 Lote A	8.23
37	21 Carboncito	0.79
38	19 Carboncito	0.46
39	63 Carboncito	1.90
40	20 Carboncito	1.39
41	Santa Inés1	49.07
42	Santa Inés 2	829.83

AREA TOTAL: 3,745.52 ha

Fuente: Unidad Empresarial Forestal, Zamorano.

Anexo 3. Incendios forestales en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, en los años 2007, 2008 y 2009. Ubicación y área quemada total.

Fecha	Sitio	Área quemada Total (ha)	Ubicación	
			X	Y
2007				
22 de Enero	Chagüite	12.000	495641	1548554
08 de Febrero	Masicarán	0.004	498480	1545831
08 de Febrero	Las Gradadas	0.004	497759	1549259
09 de Febrero	Las Gradadas	0.002	497715	1549236
12 de Febrero	Matambre	1.500	505559	1544291
19 de Febrero	Florencia	6.000	495641	1548554
02 de Marzo	El Macuelizo	6.000	494878	1548532
22 de Marzo	Masicarán	0.002	498502	1545811
24 de Marzo	Zona 3	3.000	500723	1549445
26 de Marzo	Las Mesas	2.500	503898	1549951
12 de Abril	Joya Grande	2.000	493509	1551858
18 de Abril	Las Gradadas	0.005	497289	1549175
06 de Mayo	Las Gradadas	0.003	494899	1550023
29 de Junio	El Burro	3.000	497972	1549745
2008				
19 de Enero	Agua Amarilla (portón)	0.004	494930	1550968
21 de Enero	Las tablas (la chanchera)	3.000	495846	1549050
08 de Febrero	El Burro	0.020	497412	1549722
2009				
10 de Febrero	Laguna seca	0.250	497470	1548835
24 de Marzo	El Burro	0.022	497726	1549738
31 de Marzo	El Jicarito	0.209	497216	1549274
31 de Marzo	El Jicarito (basura)	0.001	497239	1549340
12 de Abril	Cerro Uyuca	22.005	494289	1550683
07 de Abril	El Burro	54.009	497847	1549889
19 de Mayo	Santa Inés (Raspa Raspa)	24.402	507629	1544578

Fuente: Unidad Empresarial Forestal, Zamorano

Anexo 4. Área quemada por los incendios forestales en Zamorano según tipo de vegetación en los años 2007, 2008 y 2009.

Fecha	Sitio	Área quemada según vegetación			Área quemada Total (ha)
		Pino (ha)	Latifoliado (ha)	Pasto (ha)	
2007					
22 de Enero	Chagüite	5.000	0.000	7.000	12.000
08 de Febrero	Masicarán	0.000	0.000	0.004	0.004
08 de Febrero	Las Gradadas	0.000	0.004	0.000	0.004
09 de Febrero	Las Gradadas	0.000	0.002	0.000	0.002
12 de Febrero	Matambre	1.500	0.000	0.000	1.500
19 de Febrero	Florencia	0.000	0.000	6.000	6.000
02 de Marzo	El Macuelizo	6.000	0.000	0.000	6.000
22 de Marzo	Masicarán	0.000	0.000	0.002	0.002
24 de Marzo	Zona 3	0.000	0.000	3.000	3.000
26 de Marzo	Las Mesas	0.000	2.500	0.000	2.500
12 de Abril	Joya Grande	0.500	1.500	0.000	2.000
18 de Abril	Las Gradadas	0.000	0.000	0.005	0.005
06 de Mayo	Las Gradadas	0.003	0.000	0.000	0.003
29 de Junio	El Burro	0.000	3.000	0.000	3.000
2008					
19 de Enero	Agua Amarilla (portón)	0.004	0.000	0.000	0.004
21 de Enero	Las tablas (la chanchera)	0.750	0.250	2.000	3.000
08 de Febrero	El Burro	0.000	0.020	0.000	0.020
2009					
10 de Febrero	Laguna seca	0.000	0.000	0.25	0.250
24 de Marzo	El Burro	0.000	0.022	0.000	0.022
31 de Marzo	El Jicarito	0.000	0.290	0.000	0.290
31 de Marzo	El Jicarito (basura)	0.000	0.001	0.000	0.001
12 de Abril	Cerro Uyuca	22.500	0.000	0.000	22.500
07 de Abril	El Burro	38.400	16.470	0.000	54.900
19 de Mayo	Santa Inés (Raspa Raspa)	23.400	1.000	0.000	24.411

Fuente: Unidad Empresarial Forestal, Zamorano

Anexo 5. Hoja para toma de datos de leña, 2009.

LEÑA

Nombre:

Sitio:

	COORDENADA		Altura (m)	Diámetro (cm)	Leña
	x	y			
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Anexo 7. Costos de esfuerzo en control en US\$ para los incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009.

Fecha	Sitio	Mano de obra	Radio	Transporte	Herramientas	Alimentación	TOTAL
2007							
22 de Enero	Chagüite	573.53	30.53	41.65	0.00	148.19	793.89
08 de Febrero	Masicarán	16.83	5.02	6.84	0.00	0.00	28.68
08 de Febrero	Las Gradadas	15.85	4.73	6.45	0.00	0.00	27.02
09 de Febrero	Las Gradadas	10.53	3.14	4.28	0.00	0.00	17.96
12 de Febrero	Matambre	78.13	11.65	15.89	0.00	0.00	105.66
19 de Febrero	Florencia	252.38	25.08	34.21	0.00	20.29	331.97
02 de Marzo	El Macuelizo	231.87	12.34	16.84	0.00	0.00	261.05
22 de Marzo	Masicarán	19.02	5.67	7.73	0.00	0.00	32.43
24 de Marzo	Zona 3	60.48	22.54	30.74	0.00	21.17	134.93
26 de Marzo	Las Mesas	325.53	97.05	132.39	0.00	26.46	581.43
12 de Abril	Joya Grande	40.03	14.92	20.35	0.00	0.00	75.30
18 de Abril	Las Gradadas	10.65	3.97	5.41	0.00	0.00	20.03
06 de Mayo	Las Gradadas	12.68	4.72	6.44	0.00	0.00	23.84
29 de Junio	El Burro	28.52	4.72	6.44	0.00	0.00	39.69
2008							
19 de Enero	Agua Amarilla	46.09	7.59	16.10	0.81	0.00	70.59
21 de Enero	Las tablas	237.37	14.66	31.10	1.57	0.00	284.70
08 de Febrero	El Burro	30.72	6.51	13.80	0.70	0.00	51.73
2009							
10 de Febrero	Laguna seca	624.44	46.55	56.50	5.51	105.85	838.85
24 de Marzo	El Burro	43.89	6.54	7.94	0.77	0.00	59.15
31 de Marzo	El Jicarito	81.93	8.73	10.59	1.03	0.00	102.28
31 de Marzo	El Jicarito	29.26	4.36	5.29	0.52	0.00	39.44
12 de Abril	Cerro Uyuca	1,444.30	26.92	32.67	3.19	423.39	1,930.5
07 de Abril	El Burro	1,167.50	30.54	37.06	3.62	301.67	1,540.4
19 de Mayo	Sta. Inés (Raspa	1,211.40	100.30	121.78	11.88	95.26	1,540.6

Anexo 8. Costos socioeconómicos en US\$ de los incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009.

Fecha	Sitio	Esfuerzo (control)	Esfuerzo (protección)	Incapacidad
2007				
22 de Enero	Chagüite	1,599.78	504.53	5.01
08 de Febrero	Masicarán	57.37	0.17	5.01
08 de Febrero	Las Gradadas	54.04	0.17	5.01
09 de Febrero	Las Gradadas	35.91	0.08	5.01
12 de Febrero	Matambre	212.00	63.07	5.01
19 de Febrero	Florencia	669.93	252.26	5.01
02 de Marzo	El Macuelizo	528.10	252.26	5.01
22 de Marzo	Masicarán	64.85	0.08	5.01
24 de Marzo	Zona 3	272.85	126.13	5.01
26 de Marzo	Las Mesas	1,165.36	105.11	5.01
12 de Abril	Joya Grande	152.59	84.09	5.01
18 de Abril	Las Gradadas	40.07	0.21	5.01
06 de Mayo	Las Gradadas	47.69	0.11	5.01
29 de Junio	El Burro	82.38	126.13	5.01
2008				
19 de Enero	Agua Amarilla (portón)	141.19	0.17	17.52
21 de Enero	Las tablas (la chanchera)	572.40	124.47	17.52
08 de Febrero	El Burro	103.48	0.83	17.52
2009				
10 de Febrero	Laguna seca	1,677.94	11.33	27.53
24 de Marzo	El Burro	118.33	0.98	27.53
30 de Marzo	El Jicarito	204.85	13.15	27.53
30 de Marzo	El Jicarito (basura)	78.87	0.05	27.53
12 de Abril	Cerro Uyuca	3,883.53	1,019.91	27.53
07 de Abril	El Burro	3,135.74	2,488.58	27.53
19 de Mayo	Santa Inés (Raspa Raspa)	3,105.80	1,106.54	27.53

Anexo 9. Costos ambientales en US\$ de los incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009.

Fecha	Sitio	Regeneración	Cont. Atmosférica	Leña	Pérdida crecimiento de madera
2007					
22 de Enero	Chagüite	265.64	286.56	202.40	1,976.82
08 de Febrero	Masicarán	0.00	0.09	0.07	0.-MEDI00
08 de Febrero	Las Gradadas	0.00	0.06	0.07	0.00
09 de Febrero	Las Gradadas	0.00	0.03	0.03	0.00
12 de Febrero	Matambre	79.69	36.99	25.30	593.05
19 de Febrero	Florencia	0.00	139.94	101.20	0.00
02 de Marzo	El Macuelizo	318.77	147.96	101.20	2,372.19
22 de Marzo	Masicarán	0.00	0.05	0.03	0.00
24 de Marzo	Zona 3	0.00	69.97	50.60	0.00
26 de Marzo	Las Mesas	0.00	34.42	42.17	0.00
12 de Abril	Joya Grande	26.56	32.98	33.73	197.68
18 de Abril	Las Gradadas	0.00	0.12	0.08	0.00
06 de Mayo	Las Gradadas	0.13	0.06	0.04	0.99
29 de Junio	El Burro	0.00	41.30	50.60	0.00
2008					
19 de Enero	Agua Amarilla (portón)	0.21	0.10	0.07	1.58
21 de Enero	Las tablas (la chanchera)	39.85	68.58	50.60	296.52
08 de Febrero	El Burro	0.00	0.28	0.34	0.00
2009					
10 de Febrero	Laguna seca	0.00	5.83	4.22	0.00
24 de Marzo	El Burro	0.00	0.30	0.36	0.00
30 de Marzo	El Jicarito	0.00	3.99	4.89	0.00
30 de Marzo	El Jicarito (basura)	0.00	0.01	0.02	0.00
12 de Abril	Cerro Uyuca	1,195.38	554.83	379.51	8,895.71
07 de Abril	El Burro	2,041.70	1,174.42	926.00	15,193.86
19 de Mayo	Santa Inés (Raspa Raspa)	1,244.32	591.07	411.91	9,259.92

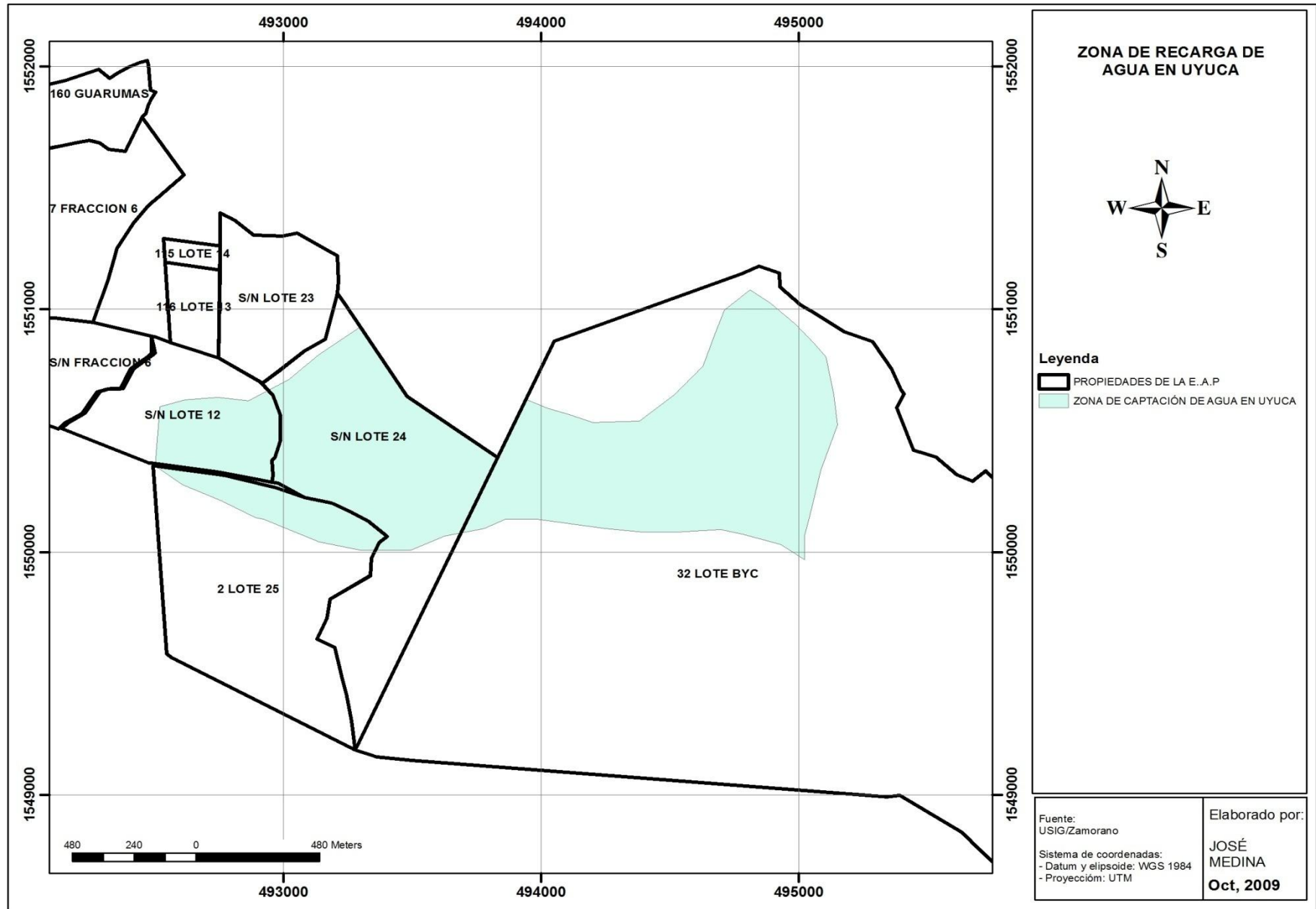
Anexo 10. Beneficios socioeconómicos en US\$ de los incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009.

Fecha	Sitio	Leña
2007		
22 de Enero	Chagüite	202.40
08 de Febrero	Masicarán	0.07
08 de Febrero	Las Gradadas	0.07
09 de Febrero	Las Gradadas	0.03
12 de Febrero	Matambre	25.30
19 de Febrero	Florencia	101.20
02 de Marzo	El Macuelizo	101.20
22 de Marzo	Masicarán	0.03
24 de Marzo	Zona 3	50.60
26 de Marzo	Las Mesas	42.17
12 de Abril	Joya Grande	33.73
18 de Abril	Las Gradadas	0.08
06 de Mayo	Las Gradadas	0.04
29 de Junio	El Burro	50.60
2008		
19 de Enero	Agua Amarilla (portón)	0.07
21 de Enero	Las tablas (la chanchera)	50.60
08 de Febrero	El Burro	0.34
2009		
10 de Febrero	Laguna seca	4.22
24 de Marzo	El Burro	0.36
30 de Marzo	El Jicarito	4.89
30 de Marzo	El Jicarito (basura)	0.02
12 de Abril	Cerro Uyuca	379.51
07 de Abril	El Burro	926.00
19 de Mayo	Santa Inés (Raspa Raspa)	411.91

Anexo 11. Beneficios ambientales en US\$ de los incendios forestales en las propiedades de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en los años 2007, 2008 y 2009.

Fecha	Sitio	Quema de combustible acumulado
2007		
22 de Enero	Chagüite	1,932.69
08 de Febrero	Masicarán	0.64
08 de Febrero	Las Gradadas	0.64
09 de Febrero	Las Gradadas	0.32
12 de Febrero	Matambre	241.59
19 de Febrero	Florencia	966.34
02 de Marzo	El Macuelizo	966.34
22 de Marzo	Masicarán	0.32
24 de Marzo	Zona 3	483.17
26 de Marzo	Las Mesas	402.64
12 de Abril	Joya Grande	322.11
18 de Abril	Las Gradadas	0.80
06 de Mayo	Las Gradadas	0.40
29 de Junio	El Burro	483.17
2008		
19 de Enero	Agua Amarilla (portón)	0.64
21 de Enero	Las tablas (la chanchera)	483.17
08 de Febrero	El Burro	3.22
2009		
10 de Febrero	Laguna seca	40.26
24 de Marzo	El Burro	3.47
30 de Marzo	El Jicarito	46.70
30 de Marzo	El Jicarito (basura)	0.16
12 de Abril	Cerro Uyuca	3,623.79
07 de Abril	El Burro	8,842.05
19 de Mayo	Santa Inés (Raspa Raspa)	3,933.21

Anexo 12. Mapa ilustrativo de la zona de captación de agua en Uyuca E.A.P, El Zamorano, 2009.



Anexo 13. Mapa ilustrativo de la zona de captación de agua en Santa Inés.

