



LABORATORIO DE INCENDIOS FORESTALES
UNIVERSIDAD DE CHILE

LA INVESTIGACION EN MANEJO DEL FUEGO EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE

Miguel Castillo S., Patricio Pedernera A., Guillermo Julio A.
Universidad de Chile¹

ANTECEDENTES

El Manejo del Fuego, como disciplina académica, se inició formalmente en Chile en 1959, cuando la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile decidió incorporar al Control de Incendios Forestales como una asignatura obligatoria en su Plan de Estudios. En los años anteriores, las materias relativas a la prevención y combate de incendios forestales estuvieron incluidos dentro de una asignatura general sobre protección forestal en esta casa de estudios.

Desde 1959, la docencia y la investigación en manejo del fuego ha experimentado una progresiva evolución dentro de los planes de trabajo de la Universidad de Chile, entregando un aporte significativo en la formación de profesionales especializados en el tema, en la generación de conocimientos sobre la materia, y en la propuesta de esquemas y modelos que han contribuido en una importante medida al desarrollo que en el país se ha alcanzado para el control de los incendios forestales.

Desde 1993, las actividades en manejo del fuego de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile están siendo llevadas a través de su Laboratorio de Incendios de Incendios, que es una unidad adscrita al Departamento de Manejo de Recursos Forestales, única en su género en el país, y desde la cual se se imparte docencia de pregrado, postgrado y postítulo, capacitación a técnicos nacionales y extranjeros, se desarrolla la investigación en la especialidad, como así también asistencia técnica y prestaciones de servicios a organizaciones nacionales y extranjeras.

¹ Laboratorio de Incendios Forestales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.



En lo que respecta a la investigación y desarrollo en manejo del fuego, el Laboratorio de Incendios Forestales ha ejecutado innumerables proyectos. Sin lugar a dudas, el proyecto ejecutado bajo su dirección de mayor relevancia fue el FONDEF FI-13, sobre pronóstico y gestión para el control de incendios forestales, a través del cual se construyó el Sistema KITRAL en el período 1993-1996. Mediante este proyecto se llevó a efecto una integración de todos los esfuerzos realizados en la materia en los 30 años anteriores, y se permitió, además, la configuración de los lineamientos estratégicos para la futura operación de un sistema de investigación y desarrollo.

La investigación en manejo del fuego en Chile se inició a mediados de los años sesenta, junto a los primeros intentos de establecer programas formales de protección. En esos tiempos, prácticamente no se tenía conocimiento de la verdadera magnitud del problema de los incendios forestales y de los factores que incidían en la ocurrencia y en la propagación del fuego. Las estadísticas eran incompletas y poco confiables, el personal operativo no era profesional, los equipos adaptados, y menos aún se tenía información sobre sus capacidades y rendimientos.

Para el desarrollo de sus actividades de docencia e investigación en manejo del fuego, la Universidad de Chile ha mantenido permanentemente una estrecha vinculación con instituciones públicas, empresas y organizaciones académicas nacionales. Igualmente, ha mantenido programas de intercambio y colaboración recíproca en el ámbito internacional con una importante número de países, entre los cuales cabe destacar Estados Unidos, Canadá, México, Argentina, España, Alemania y Australia.

INVESTIGACIÓN REALIZADA EN MANEJO DEL FUEGO.

Una importante proporción de las actividades de investigación en manejo del fuego en la Universidad de Chile se han realizado a través de Memorias de Titulación para la obtención del título de Ingeniero Forestal. Una breve reseña al respecto se describe a continuación, segregada en dos períodos: 1967-1993 y 1994-2003, incluyendo

referencias sobre los proyectos de mayor importancia ejecutados directamente por sus investigadores.



Período 1967-1993

De acuerdo a los antecedentes aportados por Julio (1994), la cantidad de Memorias de Título publicadas por la Universidad de Chile, durante el período comprendido entre 1967 y 1993, según línea de investigación se presenta en el Cuadro 1:

CUADRO 1
MEMORIAS DE TITULO PUBLICADAS POR LA UNIVERSIDAD DE CHILE (1967-1993)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	NUMERO DE PUBLICACIONES
COMPORTAMIENTO	8
PREVENCION	1
GESTION	9
IMPACTO AMBIENTAL	6
SEGURIDAD	1
TOTAL	25

Cabe destacar, que en la Línea de Comportamiento del Fuego, la mayoría de los trabajos, se refieren a la generación de antecedentes básicos sobre factores y variables del comportamiento del fuego y sistemas de evaluación del grado de peligro. Es importante referirse al macro proyecto realizado conjuntamente con el Consejo Técnico de Coordinación de Manejo del Fuego CONAF-Empresas Forestales, desarrollado entre 1988 y 1991, sobre Modelación de Combustibles Forestales.

Respecto a la Línea de Prevención, es posible destacar el trabajo de Knockaert (1979) que corresponde a un estudio sobre la efectividad de las campañas de prevención de la época.

Relacionado con lo anterior, Julio (1991; 1992) realizó dos proyectos de investigación, referidos a la distribución cronológica y espacial de la ocurrencia, y a la dinámica de la causalidad de incendios forestales, con el objeto de establecer una base de información de mayor confiabilidad para el diseño de campañas de prevención. Incluso propone un nuevo esquema de clasificación de las causas, debido a que el



utilizado en la época se estimó como poco adecuado para la identificación y registro de los orígenes de los incendios.

La mayor proporción de trabajos se ha realizado en la Línea de Gestión del Manejo del Fuego, donde la mayoría de ellos se han referido a estudios sobre la formulación de programas de protección contra incendios; evaluación y proposición de sistemas y modelos de detección terrestre y aérea; y determinación de rendimientos en la construcción de líneas de control. Es posible también encontrar algunos aportes destinados al diseño e implementación de sistemas expertos para el apoyo del despacho.

En cuanto a la Línea de Impacto Ambiental, los trabajos publicados se han referido principalmente al estudio de los efectos de las quemas sobre la fertilidad del suelo y sobre los efectos ecológicos de los incendios en el medio ambiente. En este tema, cabe destacar el Proyecto sobre Técnicas de Encendido para la Eliminación de Desechos de Explotaciones de Pino Radiata de Segunda Generación, realizado conjuntamente entre 1988 y 1990 con el Instituto Forestal dentro del marco de un programa de estudios sobre productividad de sitios (Julio, 1988).

La Línea de Seguridad sólo tiene una publicación, la que se refiere a la evaluación del potencial de pérdidas en las tareas desarrolladas por el programa nacional de manejo del fuego de la CONAF (Hormazabal, 1990).

Posteriormente a la ejecución del Proyecto FONDEF FI-13, la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile ha seguido desarrollando esfuerzos de investigación en las líneas propuestas y aprobadas por el Consejo Técnico de Manejo del Fuego, aportando antecedentes valiosos para mejorar los procedimientos que actualmente se emplean en la gestión del Manejo del Fuego.

La mayoría de los esfuerzos de investigación realizados a la fecha, y con posterioridad a la finalización del Proyecto FI-13, han sido realizados principalmente en base a Memorias de Título de estudiantes de Ingeniería Forestal, las que han sido desarrolladas dentro del marco de interés señalado anteriormente.



En general, se puede señalar que la mayoría de los trabajos desarrollados han sido orientados al perfeccionamiento de las herramientas de apoyo a la toma de decisiones, incorporando los últimos avances tecnológicos, especialmente aquellos logrados en el área de la informática y la computación.

Período 1994-2003

Entre 1994 y 2003, se han terminado 11 Memorias de Título y otras seis se encuentran en realización. Las Memorias publicadas se presentan en el Cuadro 2, y las en realización se señalan en páginas posteriores.

Cabe destacar que la Memorias desarrolladas conforman unidades de las líneas de investigación formuladas para el desarrollo del manejo del fuego, y que han ido conformando un conjunto ordenado y sistemático de conocimientos e información, sobre aspectos considerados prioritarios para los requerimientos de Chile en la materia.

CUADRO 2
MEMORIAS DE TITULO PUBLICADAS POR LA UNIVERSIDAD DE CHILE (1994-2001)

LINEA	AUTOR	TITULO
COMPORTAMIENTO	Bermúdez, Claudio (1997)	Diseño de un índice de peligro de incendios forestales mediante análisis de imágenes satelitales NOAA-AVHRR
	Castillo, Miguel (1997)	Método de validación del simulador de incendios forestales del Sistema KITRAL
	Correa, Luis (1998)	Evaluación del índice de riesgo de incendios forestales para la quinta región del país.
PREVENCION	Pérez, Marcelo (1997)	Análisis de causalidad de incendios forestales en cuatro regiones de Chile.
	Saitúa, Juan (1999)	Evaluación del Programa de Prevención de Incendios Forestales en el Parque Metropolitano de Santiago.
	Lara, Claudio (2000)	Diagnóstico de Incendios Forestales como Base para la Formulación de un Programa de Prevención en la Comuna de Santo Domingo.
	Ahumada, Miguel Angel (2000)	Evaluación de una Campaña de Prevención de Incendios Forestales 1995-1997.
GESTION	Pedernera, Patricio (1995)	Modelo de Optimización para el diseño de sistemas de detección de incendios forestales.
	Ide, Rafael (1996)	Ensayo de retardantes de efecto prolongado en incendios forestales.
	Contreras, Leonardo (2001)	Diseño e Implementación de una aplicación ARC/INFO para determinar Prioridades de Protección en el Manejo del Fuego.
USO DEL FUEGO	Silva, Carolina. (2001)	Estudio de Técnicas para la Eliminación de Residuos Forestales y Agrícolas en la VI Región.



De esta manera, y en orden cronológico, Pedernera (1995) desarrolla un modelo matemático de programación lineal entera, que posibilita la selección del número mínimo de puntos que aseguran la cobertura de vigilancia del patrimonio de una empresa forestal. El análisis se realiza considerando un conjunto de puntos donde se podría instalar torres de observación, para los cuales se realiza el análisis de visibilidad correspondiente, empleando un sistema de información geográfica (SIG). Posteriormente, se cruzan los planos de visibilidad de cada punto con la cubierta de predios para determinar las superficies prediales visibles efectivas, para posteriormente ingresar los datos obtenidos a un modelo de programación lineal que es resuelto mediante un programa optimizador. El resultado final nuevamente es ingresado al SIG para poder entregar la expresión espacial del análisis, y realizar los cálculos de cobertura final para el sistema como un todo.

Ide (1996), proporciona antecedentes sobre el uso de dos productos químicos retardantes de efecto prolongado (Fire Trol 936 y Pyrocap B136) para controlar el comportamiento del fuego. El estudio es desarrollado aplicando los productos sobre desechos de explotación de Pino Insigne, los que fueron eliminados mediante quemas controladas.

Los resultados de este estudio, señalan que el efecto de moderación de Fire Trol 936 es mayor respecto de Pyrocap B136 en cuanto al largo de llama y a la intensidad calórica lineal. Los análisis se desarrollaron mediante técnicas de análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple.

Castillo (1997) realiza un análisis de validación del simulador de incendios forestales del sistema KITAL, empleando técnicas de análisis estadísticos. Considera el uso de una base muestral de alrededor de 80 incendios, para los cuales se pudo registrar el valor de 17 variables, considerando variables del comportamiento, ambientales y otras.

El análisis se desarrolla en dos etapas, determinando en la primera la validez del pronóstico que realiza el simulador para las variables individuales, y en la segunda, por medio de un análisis de componentes principales, identifica aquellas variables que son mejor explicadas por el simulador.



Como resultado, concluye que en 15 de las 17 variables analizadas, los resultados entregados por el simulador no difieren estadísticamente de los valores observados en la realidad, llegando la similitud en incendios de tamaños mayores a 60 ha, a valores de un 90%; en los incendios de tamaños menores (5 ha), la similitud sólo llega a valores cercanos a un 40%, lo que se explica por la resolución de la información base.

Bermúdez (1997) proporciona un procedimiento metodológico para definir zonas de peligro de incendios forestales mediante el análisis y tratamiento de imágenes satelitales NOAA-AVHRR. Para su ejecución, considera el estudio de una serie multitemporal de imágenes de la VIII región, obtenidas durante la temporada 1995/96.

La validación del estudio, se realiza correlacionando las zonas de peligro determinadas, con la ocurrencia de incendios registrada durante el período, concluyendo que el 77% de los incendios se iniciaron en las zonas que fueron calificadas por el índice desarrollado como de peligro medio a extremo, y que el 90% de los incendios cuyo daño fue mayor a 10 ha, estaban localizados en las mismas zonas.

Pérez (1997) estudia la causalidad de los incendios en cuatro regiones de Chile desde el punto de vista cronológico y espacial, a partir del análisis de la información contenida en el Sistema Estadístico de Manejo del Fuego de la Corporación Nacional Forestal.

El estudio considera la identificación y delimitación de sectores críticos de ocurrencia en cada una de las regiones analizadas, y posibilita la identificación de las causas principales en cada una de ellas. De esta manera, se delimitan quince sectores críticos de ocurrencia, y también señala las causas más importantes de los incendios en las cuatro regiones estudiadas: Intencionales, Tránsito de Vehículos y Quemadas.

Correa (1998) realiza un estudio de validación del Índice de Riesgo de Incendios Forestales en la V región, orientado a medir la confiabilidad del sistema de pronóstico actualmente en uso. Considera el empleo de datos de seis estaciones meteorológicas, con una serie de datos de seis años de registros para la temperatura, humedad relativa



del aire y velocidad del viento. Mediante el empleo de un SIG se delimita el área de cobertura efectiva de cada estación con el fin de correlacionar los valores del índice de riesgo y la ocurrencia real registrada. La información fue procesada con la ayuda de un SIG, y de programas especializados.

Como resultado, comprueba que los resultados entregados por el índice son satisfactorios, aunque la confiabilidad de los datos es afectada por la introducción de algunas distorsiones causados por el traspaso al sistema estadístico, error en la estimación del área de cobertura de las estaciones, e incidencia de incendios intencionales o provocados.

Saitúa (1999), realiza una evaluación del Programa de Prevención de Incendios Forestales en el Parque Metropolitano de Santiago, a base de un análisis espacial y temporal, tanto de la ocurrencia como de la causalidad de incendios en el período 1989-1996.

Como resultados, determina seis zonas de riesgo para el Parque, concluyendo que el 100% de la ocurrencia, se presenta en aproximadamente en un 33% de la superficie total, y en cuyo caso las principales causas de incendios forestales corresponden a Intencionales y Tránsito y Transporte.

En este mismo ámbito, Ahumada (2000) evalúa la campaña de Prevención de Incendios Forestales para el período 1995-1997. Como resultado de este trabajo, se pudo apreciar una mayor sensibilidad en la población, producto de la implementación de una estrategia global de comunicación, con la participación de profesionales especializados en el tema, y con la colaboración financiera de 15 empresas forestales del país para el primer año de campaña.

Lara (2000), aborda un estudio de similares características para la Comuna de Santo Domingo, como así también las acciones desarrolladas en los últimos años para contrarrestar el inicio y la propagación del fuego.



Paralelamente aplica el método de determinación de prioridades de protección, encontrando que las principales causas de los siniestros presentes en la Comuna, corresponden a Tránsito de Vehículos, Faenas Agrícolas e Intencionales.

A su vez, Contreras (2001), desarrolla una herramienta computacional que facilita la ejecución del método de determinación de prioridades de protección creado por Julio (1973, 1992), para el Manejo del Fuego. El estudio entregó valiosos aportes sobre aplicaciones de la tecnología de la información en la caracterización del riesgo, peligro y daño potencial de los incendios forestales, abriendo un amplio campo de desarrollo en este importante tema.

En el ámbito del uso del fuego, Cubillos (2001) caracteriza y evalúa la aplicación de técnicas alternativas para la reducción y eliminación de material combustible, y las compara con técnicas tradicionales utilizadas en la VI Región para la eliminación de residuos de cosechas forestales y agrícolas.

De este análisis, propone técnicas de manejo factibles de ser aplicadas en esta región, basadas en la dieta animal, generación de compost, leña para autoconsumo y técnicas de trituración y acumulación de residuos. Estas alternativas están especialmente orientadas a ser aplicadas por pequeños propietarios.

Dentro de este esquema, es posible destacar que la mayoría de los trabajos emplean en su desarrollo las herramientas de análisis proporcionadas por los Sistemas de Información Geográfica (SIG) toda vez que el problema que representan los incendios forestales tiene un carácter espacial que no es posible dejar de considerar, y que gracias a los SIG es posible manejar eficientemente (Pedrera, 1995; Bermúdez, 1997; Castillo, 1997; Pérez, 1997; Correa, 1998; Lara, 2000; y Contreras, 2001).



En otros casos, se utilizan en forma conjunta herramientas de SIG con técnicas proporcionadas por la Investigación de Operaciones, con el propósito de entregar una respuesta óptima al problema que se desea resolver (Pedrera, 1995).

Por su parte, Ide (1996) proporciona criterios interesantes para el empleo de retardantes de efectos prolongado en lanzamientos, lo que sin duda representa un gran aporte para las operaciones de combate de incendios forestales.

Actualmente, están en proceso otras seis Memorias de Título, que abordan los siguientes temas:

- Diseño de un Modelo de Optimización para estimar el tamaño de la fuerza de requerida para el control de un incendio forestal.
- Evaluación de la ocurrencia de incendios forestales y su relación con la expansión urbana en la V Región.
- Aplicaciones de la tecnología de información en la formulación de un plan de protección para el Centro Forestal Justo Pastor León, VII Región.
- Formulación de estrategias para la prevención de incendios forestales en la IX Región.
- Diseño de modelos de planes de protección para unidades del SNASPE de la costa de la VII Región.
- Proposición de un Modelo de Gestión para el Programa de Manejo del Fuego de CONAF IV Región.

COMENTARIOS FINALES

Finalmente, se estima pertinente mencionar que cualquier esfuerzo orientado a mejorar la eficiencia del manejo del fuego, requerirá inevitablemente fundamentarse en nuevos conocimientos científicos y tecnológicos, a través de los cuales se sustente la capacidad de caracterizar los problemas presentes y sus proyecciones futuras, el diseño de las fórmulas de solución y la evaluación de los impactos que se generan con las diferentes modalidades de aplicación factibles.



En tal sentido, el Laboratorio de Incendios Forestales de la Universidad de Chile tiene clara su misión de seguir contribuyendo al desarrollo del manejo del fuego, y especialmente reitera su disposición de aunar sus esfuerzos a las tareas que sean programadas en la materia por el Consejo Técnico de Coordinación CONAF-Empresas Forestales.

REFERENCIAS

- AHUMADA, M.A. (2000). Evaluación de la Campaña de Prevención de Incendios Forestales 1995-1997. Tesis U. de Chile, Santiago.
- ALMARZA, M. (1988). Determinación de elementos contaminantes producidos durante la combustión de madera de Eucalyptus. Tesis U. de Chile. Santiago.
- ALTIERI, M.A.; RODRIGUEZ, J. (1974). Acción ecológica del fuego en el matorral mediterráneo de Chile. Tesis U. de Chile. Santiago.
- AMIGO, M. (1981) Evaluación de Modelos de Lanzamientos de Agua Mediante el Empleo de Helibalde. Tesis, U. Chile, 128 p, Santiago.
- BERMUDEZ, C. (1997). Diseño de un índice de peligro de incendios forestales mediante el análisis de imágenes NOAA-AVHRR. Memoria U. de Chile, Santiago.
- BRUMM, E. (1970). Clasificación preliminar de combustibles forestales en base al tiempo de ignición y velocidad de propagación del fuego. Tesis, U. de Chile. Santiago.
- CASTILLO, M. (1997). Método de validación del simulador de incendios del sistema KITRAL. Memoria U. de Chile. Santiago.
- CONTRERAS, L. (2001). Diseño e Implementación de una aplicación ARC/INFO para determinar Prioridades de Protección en el Manejo del Fuego. Tesis U. de Chile, Santiago.
- CORREA, L. (1997). Evaluación del índice de riesgo de incendios forestales para la quinta región del país. Memoria U. de Chile. Santiago.
- COVACEVICH, R. (1979). Poder calorífico del Pino Insigne y otras especies forestales chilenas. Tesis U. de Chile. Santiago.
- DIAZ, R. (1967). Estudio de protección contra incendios forestales para bosques controlados por Industrias Forestales S. A. Tesis U. de Chile. Santiago.



- FERREIRA, O. (1970). Estudio de variables climáticas como base para la elaboración de índices de peligro de incendios forestales en dos zonas de Chile. Tesis U. de Chile. Santiago.
- FLORES, J. (1990). Variabilidad estacional y diaria del contenido de humedad en tipos vegetales del sector costero de la VII región. Tesis U. de Chile. Santiago.
- FUENTEALBA, E. (1988). Comportamiento del fuego de acuerdo a tipos de encendido en quemas controladas. Tesis U. de Chile. Santiago.
- GAJARDO, P. (1993). Diseño y evaluación de una sistema de detección de incendios forestales mediante patrullaje terrestre. Tesis U. de Chile. Santiago.
- HEPP, A.; VIAL, E. (1979). Estudio del comportamiento del fuego en los incendios forestales de la V región. Tesis U. de Chile. Santiago.
- HORMAZABAL, S. (1990). Evaluación del potencial de pérdidas en las tareas del programa nacional de manejo del fuego de la corporación nacional forestal y diseño de un plan preventivo. Tesis U. de Chile. Santiago.
- IDE, R. (1996). Ensayo de retardantes de efecto prolongado en incendios forestales. Memoria U. de Chile. Santiago.
- JULIO, G. (1988). Análisis de las Técnicas de Quema en la Eliminación de Desechos de Explotación de Pino Radiata. Instituto Forestal. Ciencia e Investigación Forestal, N°3, 27-14. Santiago.
- _____. (1990). Diseño de Índices de Riesgo de Incendios Forestales para Chile. Bosque 11(2):59-72, U. Austral. Valdivia.
- _____. (1991). Distribución espacial y cronológica de la ocurrencia de incendios forestales en Chile. INFOR, Ciencia e Investigación Forestal 5(1):22-44. Santiago.
- _____. (1992). Dinámica de la causalidad de incendios forestales en Chile. INFOR, Ciencia e Investigación Forestal 6(1): 25-46.
- _____. (1992). Estudio de la Modelación de Combustibles Forestales. Actas de las IX Jornadas de Manejo del Fuego, p.86-105, CONAF/Empresas Forestales. Concepción.
- _____. (1994). Estado de la investigación en Manejo del Fuego en Chile y necesidades futuras en la materia. Actas XII Jornadas de Manejo del Fuego CONAF/Empresas Forestales. Consejo Técnico de Manejo del Fuego. Temuco.
- _____; CASTILLO, E.; PEDERNERA, P. (1995). Modelación de Combustibles. Actas Taller Internacional sobre Prognosis y Gestión en Incendios Forestales. Proyecto FONDEF FI-13, Santiago. Pág. 111-128.



- _____; PEDERNEIRA, P.; CASTILLO, E. (1995). Diseño Funcional de Simulador de Incendios Forestales. Actas Taller Internacional sobre Prognosis y Gestión en Incendios Forestales. Proyecto FONDEF FI-13, Santiago. Pág. 182-204.
- _____. (1997). El desarrollo tecnológico del manejo del fuego en Chile. Actas IX SILVOTECNA, CORMA. Concepción.
- KNOCKAERT, H. (1979). Análisis de la efectividad de la campaña de prevención de incendios forestales en la V región. Tesis. U. de Chile. Santiago.
- LARA, C. (2000). Diagnóstico de Incendios Forestales como Base para la Formulación de un Programa de Prevención en la Comuna de Santo Domingo, Quinta Región. Tesis, U. de Chile. Santiago.
- MANRIQUEZ, M. (1993). Evaluación del helitransporte en la movilización de unidades de combate de incendios forestales. Tesis U. de Chile. Santiago.
- MENDOZA, S. (1986). Efectos de las quemadas en la fertilidad del suelo en la habilitación del terreno para reforestación con Pino Insigne. Tesis U. de Chile. Santiago.
- MEZA, S. (1979). Rendimientos en la construcción de líneas de fuego. Tesis U. de Chile. Santiago.
- MODER, E.L. (1986). Efectos de las quemadas en la fertilidad del suelo en la habilitación del terreno para la forestación. Tesis U. de Chile. Santiago.
- NARANJO, J. (1989). Estudio de retardantes de incendios forestales. Tesis U. de Chile. Santiago.
- PAREDES, I. (1990). Comportamiento del fuego en una formación de matorral esclerófilo en la zona central. Tesis U. de Chile. Santiago.
- PEDERNEIRA, P. (1995). Modelo de optimización para el diseño de sistemas de torres de detección de incendios forestales. Memoria U. de Chile. Santiago.
- PEREZ, M. (1997). Análisis de causalidad de incendios forestales en cuatro regiones de Chile. Memoria U. de Chile. Santiago.
- POZO, J. (1985). Determinación y clasificación de combustibles forestales en la IV región, basados en el comportamiento del fuego. Tesis U. de Chile. Santiago.
- RESTOVIC, J. (1970). Análisis de la detección de incendios forestales basados en torres de observación en la zona de los arenales. Tesis U. de Chile. Santiago.
- SAITUA, J. (1999). Evaluación del Programa de Prevención de Incendios Forestales en el Parque Metropolitano de Santiago. Tesis U. de Chile, Santiago.



- SANHUEZA, P. (1980). Elaboración de un proyecto de protección contra incendios forestales para una empresa privada. Tesis U. de Chile. Santiago.
- SILVA, C. (2001). Estudio de Técnicas para la Eliminación de Residuos Forestales y Agrícolas en la VI Región. Tesis, U. de Chile.
- TRAVISANY, G. (1970). Análisis de la efectividad de algunos productos químicos retardantes del fuego en incendios forestales. Tesis U. de Chile. Santiago.
- VALDIVIA, R. (1986) Evaluación de Modelos de Distribución del Agua Lanzada por el Fumigador Cessna 180-Wagon. Tesis, U. Chile. 156 p. Santiago.
- VALENCIA, R. (1991). Proposición de un esquema lógico para un sistema experto de apoyo al despacho. Tesis U. de Chile. Santiago.