

MATERIA
Prevención e Loita contra lumes forestais

**unidade
didáctica
3**

TITULACIÓN
Grao en Enxeñaría Forestal e do Medio Natural

Estudo do lume e o seu comportamento

**Cecilia Alonso Rego
Ana Daría Ruíz González**

**Departamento de Enxeñaría Agroforestal
Escola Politécnica Superior de Enxeñaría**

unidadesdidácticas
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Ensinanzas Técnicas



Esta obra atópase baixo unha licenza internacional Creative Commons BY-NC-ND 4.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-ND 4.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.gl>

© Universidade de Santiago de Compostela, 2022

Deseño e maquetación

J. M. Gairí

Edita

Edicións USC

www.usc.gal/publicacions

DOI

<https://dx.doi.org/10.15304/9788419155634>



MATERIA: Prevención e loita contra lumes forestais

TITULACIÓN: Grao en Enxeñaría Forestal e do Medio Natural

PROGRAMA XERAL DO CURSO

Localización da presente unidade didáctica

BLOQUE I: COÑECER O LUME FORESTAL

Unidade I. As bases do lume forestal

Concepto de lume forestal

O proceso de combustión

Mecanismos de transmisión de calor no lume

Formas de combustión no lume

O medio de desenvolvemento do lume

Unidade II. O combustible forestal

Concepto de combustible e clasificación

Características estruturais das formacións vexetais

Propiedades das partículas

A humidade do combustible

Modelos de combustible

Unidade III. Estudo do lume e do seu comportamento

Zonas e elementos do lume

A chama: Concepto e características

Forma do lume

Variables básicas do comportamento do lume

Tipos de lume

O combustible e o comportamento do lume

O tempo atmosférico e o comportamento do lume

A topografía e o comportamento do lume

BLOQUE II: EXTINGUIR O LUME

Unidade IV. Os servizos de defensa contra o lume

Os servizos autonómicos

As funcións do Estado

Unidade V. Redes de vixilancia e de comunicacións

Funcións

Sistemas de vixilancia e detección de lumes

Sistemas de comunicación



Unidade VI. Accións, métodos e fases do combate

- Accións básicas para extinguir o lume
- Aplicación de retardantes
- Métodos de combate
- As fases do combate
- Ataque ampliado

Unidade VII. Recursos para a extinción: medios manuais

- Clasificación
- Batelumes
- Extintor de mochila
- Ferramentas metálicas con mango
- Construción de liñas de defensa
- Extintor de explosión
- Facho de goteo

Unidade VIII. Recursos para a extinción II: vehículos motobomba

- Características e tipos
- Equipo auxiliar
- Establecemento de tendidos
- Uso da motobomba no combate

Unidade IX. Recursos para a extinción III: bulldozer

- Características da máquina e do traslado ó monte
- Uso do bulldozer no combate

Unidade X. Recursos para a extinción IV: medios aéreos

- Utilidades
- Tipos de aeronaves
- Sistemas de carga, transporte e descarga de auga
- Fases e modelos de lanzamento
- Eficacia e limitacións dos medios aéreos
- Bases de medios aéreos

Unidade XI. Seguridade na extinción

- Factores de risco
- Medidas e medios de protección persoal
- Repaso de situacións especialmente perigosas

BLOQUE III: PREVENCIÓN DE LUMES**Unidade XII. As causas e os efectos do lume**

- As causas dos incendios
- A prevención social
- Os efectos do lume



Unidade XIII. Silvicultura preventiva

- Concepto, obxetivos e xustificación
- Silvicultura preventiva en pinares
- Limitacións da silvicultura preventiva

Unidade IX. Seguridade na extinción

- Compoñentes das redes
- Devasas
- Áreas cortalumes
- Vías de acceso e faixas auxiliares de pista
- Sendas de defensa
- Puntos de carga de auga



ÍNDICE

PRESENTACIÓN

OS OBXECTIVOS

OS CONTIDOS BÁSICOS

1. As zonas ou elementos do lume
 - 1.1. Orixe
 - 1.2. Perímetro do lume
 - 1.3. Zona queimada
 - 1.4. Focos secundarios do lume
2. As características xeométricas da chama
 - 2.1. Altura
 - 2.2. Lonxitude
 - 2.3. Profundidade
 - 2.4. Ángulo
3. Clasificación dos lumes en función dos estratos do combustible implicados na súa propagación
 - 3.1. Lumes de superficie
 - 3.2. Lumes de copas
 - 3.2.1. Lumes das copas pasivos
 - 3.2.2. Lumes de copas activo
 - 3.2.3. Fogos de copas independente
 - 3.3. Lumes de solo
4. O medio de desenvolvemento do lume
 - 4.1. Tempo atmosférico
 - 4.2. Topografía
 - 4.3. Os combustibles forestais

AVALIACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

BIBLIOGRAFÍA PRINCIPAL

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA



PRESENTACIÓN

Esta unidade didáctica tres “Estudo do lume e o seu comportamento” serve de peche ó primeiro bloque da materia de Prevención e loita contra lumes forestais do cuarto curso do Grao en Enxeñaría Forestal e do Medio Natural.

No primeiro bloque preténdese coñecer os conceptos básicos e as particularidades dos lumes forestais, o concepto, as bases, tipos, procesos, as formas de combustión e os tipos de desenvolvemento do lume.

A continuación no bloque dous estúdase a extinción dos lumes, os servizos de defensa tanto autonómicos como nacionais, as redes de vixilancia, as fases de combate, os recursos e a seguridade na extinción.

Finalmente, no bloque tres trátase a prevención dos lumes forestais, estudando as causas e os efectos do lume, a alternativa da silvicultura preventiva e as redes de infraestruturas de defensa dos montes.

OS OBXECTIVOS

- Capacidade para coñecer, comprender e utilizar os principios de Prevención e loita contra Incendios Forestais.
- Capacidade de análise, síntese e razoamento de argumentación.
- Coñecer os conceptos fundamentais dos lumes forestais.
- Coñecer os diferentes tipos de lumes forestais e identificar os diferentes modelos de combustible xunto co cálculo de características estruturais de complexos de combustibles.
- Recoñecemento de recursos para a extinción, fases e métodos de combate.
- Identificar e coñecer as diferentes metodoloxías para a prevención de lumes forestais.

OS CONTIDOS BÁSICOS

1. As zonas ou elementos do lume

Nunha primeira aproximación pódense distinguir tres zonas no lume forestal:

- Orixe
- Perímetro
- Zona queimada

Ademais, na contorna de cada lume pódense localizar outros lumes máis pequenos derivados do mesmo, fálase entón de lume principal e de focos secundarios.



1.1. Orixe

A orixe é o lugar onde se produce a ignición inicial do combustible, onde comeza o lume. Hai lumes que se orixinan nun só punto mentres que noutros casos o lume comeza desde varios puntos máis ou menos simultaneamente.

1.2. Perímetro do lume

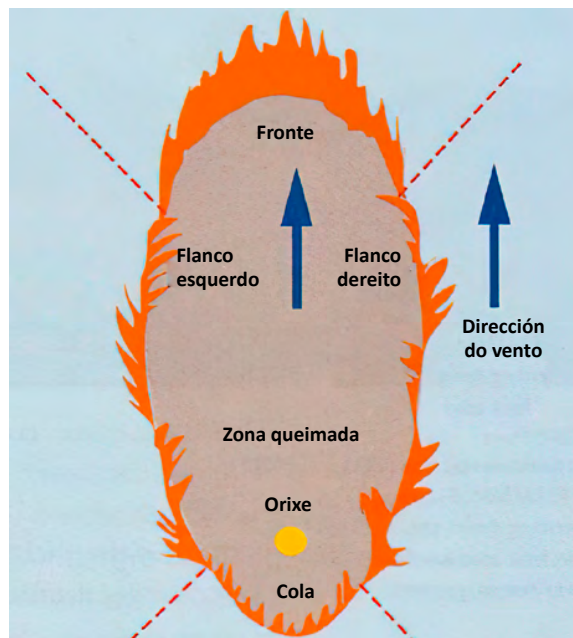
O perímetro ou bordo do lume é a franxa que separa a zona queimada da zona onde aínda están sen queimar os combustibles. As características do perímetro dependen do estado do lume:

- Lume activo
- Lume controlado
- Lume extinguido

O perímetro dun incendio activo caracterízase por estar parcial ou totalmente en chamas. Tamén porque se diferencia nas seguintes áreas que se representan na figura 3.1:

- Fronte
- Cola
- Flancos

Figura 1.1: Fronte, cola e francos do lume.



Fonte: Tolhurst y Cheney (1999)

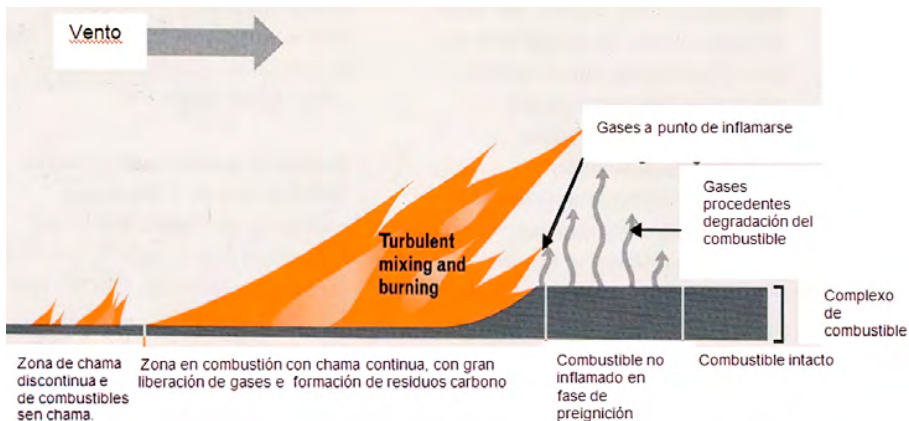
A fronte coñécese tamén como cabeza do lume e é a zona do perímetro que se move a maior velocidade, onde as lapas son máis grandes e, polo tanto, onde se libera a maior cantidade de enerxía e con maior rapidez. A fronte de lume avanza, deixando atrás a zona queimada.

A cola é a zona oposta á fronte, onde a liña de lume se move máis lentamente, onde as chamas son máis pequenas e onde a liberación de calor é máis lenta. A cola do lume móvese cara a atrás, deixando a zona queimada por diante.

As porcións do perímetro entre a cola e a fronte do lume chámanse flancos. As súas características en canto a velocidade de avance, dimensións da chama e liberación de calor son intermedias con respecto á fronte e á cola do lume. Os flancos móvense de lado, co flanco dereito deixando a zona queimada cara á esquerda mentres que o flanco esquerdo deixa a zona queimada cara á dereita.

Na figura 3.2 móstranse as distintas zonas que se distinguirían se lle deramos unha sección transversal ao perímetro dun incendio, concretamente a figura corresponde á zona frontal, onde a chama se inclina sobre os combustibles non queimados. Estas zonas tamén están asociadas ás fases do proceso de combustión que se estudaron na Unidade 1.

Figura 1.2: Corte transversal do fronte en chamas dun lume



Fonte: Tolhurst y Cheney (1999)

O perímetro dun lume controlado caracterízase por non presentar chama en ningún dos seus puntos. Por, aínda pode manter restos leñosos incandescentes ou de combustión lenta no solo vexetal e, polo tanto, existe perigo de reprodución.

Nun incendio extinguido, o perímetro caracterízase por non manter ningún tipo de combustión e polo tanto non debe existir perigo de reprodución.



1.3. Zona queimada

É a superficie que xa foi cuberta polo lume e, polo tanto, pechada dentro do perímetro. No seu interior pódense atopar illas ou enclaves sen queimar e zonas aínda ardendo. Os enclaves que non sufriron combustión están asociados a zonas de elevada humidade do combustible e tamén a zonas protexidas por discontinuidades. As zonas dentro do perímetro nas que persiste a combustión, xeralmente sen chama, están asociadas a acumulacións de restos leñosos e materia orgánica no solo.

1.4. Focos secundarios do lume

Orixínanse do lume principal principalmente por cinzas voadoras, aínda que tamén se poden producir por cinzas enroladas. A cinza voadora pode percorrer grandes distancias (varios quilómetros), falando de longa distancia cando caen máis de 100 metros e curta distancia se a distancia é menor. Estes focos secundarios nalgúns casos permanecen independentes do lume principal e noutros son absorbidos rapidamente por el.

2. As características xeométricas da chama

A chama é unha mestura de gases ardentes e partículas incandescentes que produce calor e enerxía luminosa. Na chama pódense distinguir dúas zonas: unha superficie continua separada doutra, ao final, formada por ráfagas instantáneas de lume. A zona de chama continua pode asimilarse a unha especie de triángulo cuxas características xeométricas determinarán a calor recibida polo combustible. Estas características, representadas na figura 3.3, son as seguintes:

- Altura
- Lonxitude
- Profundidade
- Ángulo

2.1. Altura

A altura da chama é a distancia vertical entre o seu extremo continuo, sen contar os estalidos instantáneos que se poidan producir, e a superficie.



Figura 2.1: Características xeométricas da chama

Fonte: Tolhurst e Cheney (1999)

2.2. Lonxitude

A lonxitude da chama é a distancia entre o seu extremo continuo e a superficie pero medida, esta vez, na dirección da propia chama. En chamas verticais a lonxitude coincide coa altura.

2.3. Profundidade

A profundidade da chama é o grosor da zona do perímetro onde a chama é continua. Mídese perpendicularmente ao perímetro, e está condicionado pola velocidade coa que se acenden os novos combustibles e polo tempo que permanece a combustión da chama en cada punto. Este tempo coñécese como tempo de residencia e é inferior ao tempo total que emprega o combustible na súa combustión, xa que despois do paso da chama pode permanecer en combustión incandescente ata que quede totalmente reducido a cinzas ou ata que non sexa posible continuar ardendo por algún motivo. A diferenza entre ambos os tempos depende do grosor das partículas (aumenta co grosor).

As chamas profundas e longas implican unha gran superficie de irradiación e, polo tanto, un quecemento moi rápido do combustible que está por diante sen queimar, e tamén é máis ampla a zona na fase de preignición.

2.4. Ángulo

O ángulo da chama é a inclinación da chama respecto da superficie medida no lado no que aínda están sen queimar os combustibles. Os pequenos ángulos implican unha maior proximidade da chama ao combustible sen queimar e, polo tanto, maior quecemento, tanto por radiación como por convección.



O ángulo da chama cambia nas distintas partes do perímetro e orixina diferentes “formas de propagación do lume”. Así, falamos de lume frontal, lume de cola e lume de flanco. O ángulo de chama na parte dianteira é inferior a 90° , na cola é maior de 90° e nos flancos é de aproximadamente 90° , aínda que moitas veces nos flancos, prodúcese fogo de fronte e de cola de forma alternativa.

3. Clasificación dos lumes en función dos estratos do combustible implicados na súa propagación

De acordo co criterio distínguense tres tipos de lumes:

- Lumes de superficie
- Fogos de copas
- Lumes de solo

3.1. Lumes de superficie

Nestes incendios, a chama esténdese pola capa de combustible superficial, principalmente a través dos seus elementos finos, vivos ou mortos. Isto non significa que non poidan existir árbores adultas; un lume permanece na superficie mentres o lume non pase ás coroas. A maioría dos incendios forestais son de superficie.

3.2. Lumes de copas

Orixínanse a partir dun lume superficial que pasa ao estrato superior acendendo as súas partículas máis finas debido á calor transmitida por radiación e convección. A continuidade vertical entre ambas as capas de combustible favorece a transición do lume da superficie á coroa. Distínguense tres tipos de lume de copa:

- Pasivo
- Activo
- Independente

É frecuente que nun lume se alterne no espazo e no tempo o lume de coroa pasivo, o lume activo e o lume superficial; isto ocorre como resposta aos cambios na intensidade do vento, nos combustibles e nas condicións fisiográficas. O lume independente da coroa é máis difícil de observar.

3.2.1. Lumes das copas pasivos

Tamén recibe o nome de lume ou falso lume de coroas xa que non hai propagación real do lume a través das coroas; as coroas arden individualmente, ou en pequenos grupos, pero o lume non se transmite dunha coroa a outra. A combustión das copas está totalmente controlada pola fase superficial (figura 3.4). Este tipo de lume é característico de masas arboradas con pés moi espazados e abundante sotobosque no estrato superficial. Tamén pode darse en masas máis pechadas en zonas con maior acumulación de combustible en superficie ou afectar só a árbores excepcionalmente secas.



Figura 3.1: Representación dun lume de copas pasivo

Fonte: Finney (1998)

3.2.2. Lumes de copas activo

Tamén se denomina lume de coroa continuo ou integral xa que o lume se propaga continuamente polo estrato aéreo e ademais, tanto os lumes de superficie como de coroa se espallan simultaneamente, á mesma velocidade e coma un muro. chapa ben definida que se estende dende a superficie ata ben por riba. o dosel (figura 3.5). Se cesa a fase de superficie, tamén cesa a fase de copa xa que precisa da calor proporcionada polo combustible superficial.

Figura 3.2: Representación dun fogo de copas activo

Fonte: Finney (1998)

3.2.3. Fogos de copas independente

Neste caso, o lume de coroa tamén parte dun lume de superficie pero posteriormente avanza de forma independente, empuxado polo vento e a maior velocidade que a de superficie que queda atrás (figura 3.6). Son lumes que unha vez iniciados paran en función da columna de convección que se eleva do lume superficial, a calor necesaria para a propagación do lume a través das copas vén proporcionada pola súa propia combustión.

Figura 3.3: Representación dun fogo de copas independente



Fonte: Finney (1998)

3.3. Lumes de solo

Os lumes de solo tamén se orixinan nun lume de superficie, pero poden manterse unha vez que a chama desaparece. O lume esténdese polo mantillo por queima lenta. Son lumes que avanza moito máis lentamente que os anteriores pero de forma continuada e persistente, podendo permanecer activos durante días ou semanas, incluso con altos contidos de humidade. Manteñen a capacidade potencial de subir á superficie en calquera momento, reactivan a formación de chamas e provocan de novo un incendio superficial. Detéctanse pola emisión de fume e aínda que o seu control non reverte unha dificultade ou perigo excesivo, consumen a materia orgánica do solo e teñen consecuencias ecolóxicas moi negativas.

4. O medio de desenvolvemento do lume

Cada incendio que se produce nos montes compórtase ou maniféstase de xeito diferente. Esta diferenza de comportamento débese a que o medio ou o ambiente de desenvolvemento de cada lume é diferente. Os factores que conforman este medio de desenvolvemento do lume son numerosos e divídense en tres categorías que á súa vez están interconectadas:



- Tempo atmosférico
- Topografía
- Combustible forestal

Estes tres elementos constitúen o triángulo do comportamento do lume que, como se pode ver, ten un lado en común co triángulo do lume fundamental: o combustible.

Os cambios que se producen nestes tres elementos na escala temporal e espacial do lume fan que este experimente continuos cambios no seu comportamento e na súa forma.

4.1. Tempo atmosférico

É o estado da atmosfera nun lugar e tempo determinados e caracterízase fundamentalmente pola temperatura do aire, a cantidade de vapor de auga, a intensidade e dirección do vento, a nubosidade, a estabilidade ou inestabilidade atmosférica e a presenza ou ausencia de precipitacións.

O tempo inflúe decisivamente tanto no inicio como no comportamento do lume nos incendios forestais. Caracterízase pola súa rápida variación espacial e temporal. As variacións espaciais do tempo prodúcense incluso en distancias curtas xa que son inducidas pola topografía; por exemplo, as diferenzas de altitude provocan variacións de temperatura, humidade relativa ou intensidade do vento, mentres que os cambios na exposición á ladeira provocan variacións na insolación e exposición aos ventos. En canto ás variacións temporais, o tempo cambia non só dun día para outro senón tamén ao longo do día, é dicir, na escala temporal do lume.

Os servizos de extinción de incendios teñen que estar ao tanto das previsións meteorolóxicas para estar preparados ante a posibilidade de que existan condicións favorables para o inicio e propagación do lume. Dispónse destes servizos de diversos índices meteorolóxicos que lles informan do risco existente.

Por outra banda, un mesmo lume pode modificar as condicións meteorolóxicas da súa contorna, e mesmo ata grandes alturas, e por tanto condicionar o seu propio comportamento.

4.2. Topografía

A topografía, a diferenza do tempo, non cambia co tempo; as súas variacións son só espaciais. O comportamento do lume verase afectado pola pendente, a exposición á pendente, a altitude e a configuración do terreo.

4.3. Os combustibles forestais

Os combustibles presentan variacións significativas no espazo, pero evolucionan naturalmente moi lentamente co paso do tempo. A única propiedade dos combustibles que cambia rapidamente, na escala temporal do lume, é a humidade das partículas mortas.

Dos tres lados do triángulo de comportamento do lume, o único sobre o que podemos actuar é o dos combustibles. actuando sobre os combustibles tal e como se verá nos bloques de extinción e prevención podemos modificar o comportamento do lume e facilitar á extinción.



AVALIACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

Probas escritas: 70% de valor.

Resolución de casos prácticos e informes das viaxes de prácticas: 30% de valor.

BIBLIOGRAFÍA PRINCIPAL

- ARELLANO S., VEGA J.A., RUÍZ A.D., ARELLANO A., ÁLVAREZ J.G., PÉREZ E.(2017). Foto- guía de combustibles forestais de Galicia y comportamento del fuego asociado.
- FINNEY, M.A. (1998). FARSITE, Fire Area Simulator--model development and evaluation (No. 4). US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- GRILLO F., DIDAC F., MOLINA D. (2009). Incendios Forestais I: módulo básico. Ediciones AIFEMA. ISBN: 978-84-613-7861-6.
- PLADIGA. 2021. Plan de Prevención e Defensa Contra os Incendios Forestais de Galicia. 363 Xunta de Galicia, Consellería do Medio Rural.
- QUÍLEZ R., GOBERNA J.R. (2010). Técnicas de extinción y liquidación de incendios forestais con instalaciones de agua. Autoprotección e intervención en la interfase. Ediciones AIFEMA. ISBN: 978-84615-0082-6.
- TOLHURDT K.G., & CHENEY N.P. (1999). Synopsis of the knowledge used in prescribed burning in Victoria.
- VILLALNA, M.A. (2008). Infraestructuras de defensa contra incendios forestais. Ediciones AIFEMA. ISBN: 978-84-612-5532-0

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- GÓMEZ R. (2004). Incendios Forestais. Causas, situación actual e propostas. WWF/ Adena.
- KEANE R.E. (2015). Wildland Fuel Fundamentals and Application. Springer International Publishing Switzerland. ISBN 978-3-319-09014-6.
- PORRERO M.A. (2001). Incendios Forestais. I. Investigación de Causas. Mundi-Prensa. ISBN: 84-7114-954-0.
- SEGOVIA E. (coordinador). 2006. Grandes Incendios Forestais. Causas y efectos de una ineficaz gestión del territorio. WWF/Adena.
- VÉLEZ R. (2000) y (2009). La Defensa contra Incendios Forestais. Fundamentos y experiencias. McGraw-Hill. ISBN 84-481-2742-0
- <https://www.wwf.es>
- https://mediorural.xunta.es/areas/forestal/incendios_forestais/
- <https://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestais/>





Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo do profesorado e do alumnado de todas as materias e titulacións da universidade

unidadesdidácticas
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

