



EQUIPO AUXILIAR PARA
EXTINCIÓN DE INCENDIOS

**SISTEMA DE
SEGURIDAD
AUXILIAR PARA
PERSONAL
NO PROFESIONAL,
DURANTE LAS
LABORES DE
CONTROL DE
INCENDIOS
FORESTALES, EN
ZONAS DE ALTO
RIESGO, EN
SANTIAGO DE CALI Y
SUS
CORREGIMIENTOS.**

JEFFERSON FLOREZ MONTAÑO

DIRECTOR
ANA MARIA MURGUEITIO
DISEÑO INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DEL VALLE



... a mis padres por su apoyo incondicional



AGRADECIMIENTOS

A mi Padre por su guía ejemplar
mi Madre por su apoyo constante
Mis hermanos por su confianza
Kely Marin por su valiosa ayuda
Ana Maria Murgueitio por su paciencia y colaboración



CONTENIDO

GLOSARIO

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Fuego

2.2. Formas de transmisión de Calor

2.3. Incendio Forestal

2.4. Triada

2.4.1. Combustible

2.4.2. Clima

2.4.3. Topografía

2.5. Tipos de Incendio Forestal

2.6. Formas y Partes de un Incendio Forestal

2.7. Programa contra Incendios Forestales

2.7.1. Información y Educación.

2.7.2. Prevención y Mitigación.

2.7.3. Control de Incendios Forestales

2.7.4. Liquidación y análisis de causas.

2.8. Control de incendios Forestales

2.8.1. Vigilancia y detección

2.8.2. Reconocimiento y Evaluación

2.8.3. Ataque y Control

2.9. Herramientas empleadas en el Control de Incendios

2.10. Métodos de ataque y Control

2.10.1. Ataque directo y líneas de defensa

2.10.2. Ataque indirecto

2.11. Peligros presentes en las operaciones de control.

3. USUARIO

4. CONTEXTO

5. CONCLUSIONES

6. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

7. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

8. OBJETIVOS

9. CONCEPTO DE DISEÑO

10. REQUERIMIENTOS Y DETERMINANTES

11. DESARROLLO DEL PROYECTO

11.1. MÓDULO MULTIFUNCIONAL DE CONTROL DE INCENDIOS (MMC)

11.1.1. Partes del MMC

11.1.2. Configuraciones del MMC

11.2. MÓDULO DE CARGA Y VENTILACIÓN CORPORAL (MCV)

12. COSTOS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE

ANEXOS

CONTENIDO



GLOSARIO

Área cortafuego: Consiste en la modificación de grandes áreas, reduciendo el volumen de combustible existente por un volumen de menor biomasa que arda menos mediante podas y/o quemas controladas. Estas áreas se apoyan en otras zonas que por sus características, no permiten el fácil avance del fuego, por ejemplo fuentes hídricas (ríos, lagunas) o zonas rocosas, haciendo que el área total cortafuego sea mas extensa.

Barreras Naturales: son aquellas zonas que por sus características naturales, tienen poca o ninguna posibilidad de arder, por ejemplo, fuentes hídricas como ríos o lagunas, o afloramientos rocosos.

Bombero Forestal o Brigadista: es la persona que participa en la prevención, en el control y en la liquidación de incendios forestales, siguiendo instrucciones y trabajando en una forma segura y eficiente⁰².

Combustible: para efectos de esta investigación, combustible es el material vegetal vivo o muerto que tiene posibilidad de arder.

Contrafuego: método que consiste en aprovechar las características del fuego para frenar el avance del incendio y conseguir su extinción.

Control de Incendios: Son las labores dirigidas a conseguir la extinción de un incendio forestal y que son realizadas por el personal profesional y no profesional en forma segura y organizada.

Efecto Escalera: se conoce como efecto escalera, al ascenso progresivo de las llamas desde el nivel del suelo hasta las copas de los árboles, debido a la proximidad del follaje de arbustos u otro combustible de baja altura y las ramas de los árboles, permitiendo el ascenso de las llamas por transmisión del calor.

Faja cortafuego: son líneas que pueden llegar a los 20m de ancho en los cuales se ha cavado hasta descubrir el suelo mineral, se apoyan en barreras naturales contra el fuego.

Fuego: Es la reacción que se presenta en un material combustible, cuando es sometido a una fuente de calor en presencia de oxígeno, el tiempo necesario, para que incremente su temperatura hasta el punto en el que inicie con la emanación de gases producto de la combustión.

Herramientas manuales: Aquellas herramientas que no cuentan con mecanismos automatizados.

Herramientas y Equipos Personales: aquellas herramientas y equipos que solo requieren de un operador.

Incendio Forestal: es un fuego que se da en una concentración de material vegetal vivo o muerto que avanza sin ningún control, ocasionando daños ecológicos, climáticos, económicos y sociales. También se refiere a él como “conflagración” o “incendio”

Línea de Defensa: son brechas preferiblemente rectas que se construyen excavando hasta descubrir el suelo mineral. Se construyen durante los incendios para limitar su avance y deben apoyarse en barreras naturales preferiblemente.

Modificación del combustible: consiste en reemplazar las especies naturales que no son resistentes al fuego, por otras que arden con mayor dificultad.

Personal No Profesional: es aquel grupo de personas capacitado en las labores de extinción de incendios forestales, pero que por diferentes motivos no tiene contacto permanente con estos (fuerzas armadas, campesinos capacitados en el área).

Personal Profesional: es aquel grupo de personas entrenadas cuyo trabajo consiste en enfrentar diariamente los incendios forestales, que ha adquirido experiencia y desarrollado una tolerancia física natural a temperaturas elevadas producto de los múltiples combates (miembros de los centros de respuesta contra incendios forestales).

Quema controlada: son aquellas quemas planeadas previamente con el fin de reducir sustancialmente la masa vegetal o para despejar un área destinada a la agricultura o ganadería.

Triada: son los tres elementos que determinan el comportamiento de un incendio forestal. **Combustible, Clima y Topografía**

Triangulo de Fuego: se denomina triangulo del fuego a los tres elementos requeridos para la aparición del fuego, estos son: CALOR, OXIGENO y COMBUSTIBLE.

PALABRAS CLAVE: Incendio-Forestal-Temperatura-Control-Riesgos-Seguridad

RESUMEN

Ante el impacto generado por los incendios Forestales en Colombia, han surgido planes de acción que pretenden minimizar el daño causado desde diferentes puntos como son, Información y educación, Prevención y Mitigación, Control de Incendios Forestales, y Liquidación y análisis de causas. Estas tareas son realizadas por entidades especializadas y personal profesional capacitado en el área.

Sin embargo, los incendios Forestales continúan presentándose y poniendo en riesgo no solo a la naturaleza y las vidas de quien allí habitan, sino también la de aquellos hombres y mujeres que luchan contra ellos diariamente con el fin de extinguirlos en difíciles condiciones de trabajo, donde las altas temperaturas, las actividades de gran esfuerzo físico y zonas con topografía impredecible, disminuyen rápidamente su rendimiento y aumentan los riesgos propios del combate de incendios, principalmente al personal de apoyo o no profesional, que es llamado cuando la magnitud del incendio sobrepasa la capacidad operativa de las entidades encargadas.

A pesar de que todas las personas, tanto profesionales como no profesionales, deben emplear indumentaria y herramientas adecuadas durante las labores de control de incendios, el uso de esta indumentaria, y herramientas plantea otras situaciones que podrían considerarse peligrosas dentro de las actuales estrategias empleadas por los brigadistas forestales.

Los equipos de seguridad empleados actualmente protegen eficientemente al personal, del fuego y la radiación emitida por este, sin embargo no consideran el aumento exagerado de la temperatura central del cuerpo que puede deteriorar la salud del personal. Y, actualmente el traslado de herramientas empleadas implica el aumento de los riesgos presentes en el control de incendios.

Estos dos problemas y otros más, son resueltos con la implementación de un equipo que no pretende reemplazar los implementos de seguridad actuales, ni afectar considerablemente las estrategias empleadas por los organismos de control de incendios, sino optimizarlos y complementarlos para disminuir los peligros a los que se enfrentan los brigadistas, y aumentar sustancialmente su rendimiento, trayendo beneficios tanto a la naturaleza como al personal que la protege.

El equipo que llamaremos, Equipo Auxiliar para el Control de Incendios Forestales, esta compuesto por dos módulos que son:

- Modulo Multifuncional de Control de Incendios o MMC.

- Módulo de Carga y Ventilación personal o MCV.

El primero consiste en una herramienta que se convierte en la máxima expresión de multifuncionalidad, capaz de cumplir eficientemente con las actividades requeridas para la construcción de líneas de defensa y que además es fácil de transportar. El segundo es un equipo que permite el traslado del MMC. Tiene incorporado un sistema de ventilación con la capacidad de crear una capa de aire circulante de baja presión entre el usuario y la radiación del fuego que protege órganos vitales de las

1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales, son una gran problemática nacional que afecta de un modo directo e indirecto a los habitantes del país, y son además, un riesgo a la seguridad personal de los individuos encargados de controlarlos, que exponen su salud en una peligrosa actividad, con el fin de proteger la naturaleza, al hombre y a sus bienes materiales.

Ante esta problemática, el gobierno y entidades gubernamentales responsables, han creado leyes, desarrollado planes de acción, publicado material escrito y capacitado personal para hacer frente a la situación que afecta no solo al valle del Cauca, sino a toda Colombia.

Actualmente, existen un sin número de manuales acerca del control de incendios, y aunque estos hacen énfasis en los implementos de seguridad personal contra el fuego y demás peligros consecuentes del combate de incendios, no tienen en cuenta los efectos secundarios que el uso de estos implementos, puede provocar en la salud del personal, principalmente si carece de experiencia física y mental.

Tampoco advierten sobre el peligro de realizar trabajos que exigen exhaustiva actividad física en ambientes de extremo calor, por primera vez o esporádicamente (personal no profesional)

Por esta razón, las conclusiones de la investigación, son principalmente el resultado de la relación de temas como el combate de incendios y la capacidad del cuerpo humano a tolerar cargas de calor elevadas mientras desarrolla actividades físicas agotadoras; y debido a la falta de documentación especializada, también el resultado de un trabajo de observación propio y análisis de las experiencias del personal que tiene contacto con los incendios forestales.

A partir de estas conclusiones se ha desarrollado un sistema en etapa teórico-experimental, capaz de proteger al usuario de las alteraciones sufridas por el cuerpo humano en las difíciles condiciones del control de incendios forestales, reduciendo la posibilidad de accidentes, asegurando un mayor rendimiento grupal e individual de los brigadistas durante las labores de extinción y finalmente, favoreciendo al Medio Ambiente. Además, posiblemente se ha desarrollado el primer documento escrito que se preocupa realmente por la salud de los brigadistas en Latinoamérica.

Hasta que se tome conciencia de cómo nuestro accionar afecta la naturaleza, los incendios forestales serán eventos con los que deberemos luchar.

2. MARCO CONCEPTUAL

La primera parte de la investigación, examina los conceptos que permiten comprender como se originan, como se comportan y como son extinguidos los incendios forestales, al igual de comprender los reales peligros a los que están sometidas las personas que luchan por controlarlos.

2.1. Fuego

Es la reacción que se presenta en un *material combustible* (tabla 01) cuando es sometido a una *fuerza de calor* en presencia de *oxígeno* el tiempo necesario para que incremente su temperatura hasta el punto en el que inicie con la emanación de gases producto de la combustión (imagen A). En el caso de los incendios forestales, se tiene una presencia de oxígeno constante debido a la concentración de éste en el aire, el material combustible son todas aquellas plantas muertas o vivas que debido a su naturaleza inflamable están en la capacidad de arder y la fuente de calor puede variar considerablemente debido a las múltiples causas que pueden provocar el incendio. Según “El Plan Nacional de Prevención” preparado por la Comisión Nacional Asesora para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales, el origen de los incendios forestales en el País es causado *casi en su totalidad por la actividad humana en zonas forestales, unas veces por el descuido y la falta de previsión, otras por necesidades económicas y culturales, o a causa de la violencia.*

Los combustibles forestales

Los combustibles forestales se clasifican en:

- combustibles ligeros: hierbas, hojas, acicalas, ramillas.
- combustibles pesados: troncos, ramas, raíces.
- combustibles verdes: las plantas vivas con su follaje.

TABLA 01, Los combustibles forestales
Tomado de 03



Ir
1 Ligeros, 2 Pesados, 3 Verdes
Tomado de 03

A) Causas de Incendio Forestal por descuido y falta de previsión: colillas de cigarrillo encendidas, fogatas mal apagadas, líneas eléctricas que rozan contra las ramas de los árboles, Accidentes de vehículos o con un mantenimiento inadecuado que ocasionan chispas.

b) Incendios Forestales ocasionados por necesidades económicas y culturales: quemas de cultivos o terrenos en los cuales no se tomaron todas las precauciones necesarias para mantenerlo bajo control.

c) Incendios Forestales a causa de la violencia: actos mal intencionados de personas con un total desinterés por los recursos naturales.

Además de estas causas, existen otras en un mínimo porcentaje que son las naturales dentro de las cuales están los rayos, los meteoros o los volcanes.

2.2. Formas de transmisión de calor

Las tres formas en las cuales un incendio se expande son (imagen A)

a) Conducción: Es el calor que se trasmite de material a material por contacto de uno con el otro.

b) Convección: Es el calor que se trasmite verticalmente al calentarse el aire, desde un material combustible que se encuentra en una posición baja, hasta otro que se encuentra encima y lo suficientemente cerca como para encenderse.

c) Radiación: Es el calor emitido por el fuego en todas las direcciones en forma de ondas, cualquier material combustible que se encuentre lo suficientemente cerca de la fuente de calor tiene posibilidad de arder.

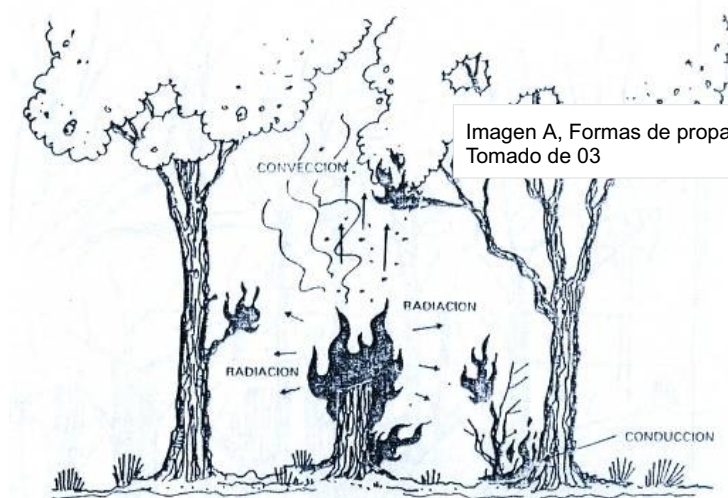


Imagen A, Formas de propagación del fuego
Tomado de 03

2.3. Incendio Forestal

Según el curso para bomberos forestales de la USAID (Oficina de Asistencia para Desastres en América Latina y el Caribe), un incendio forestal, *es un fuego que se da en bosques naturales o plantados, producido por la acción del ser humano o causado por la naturaleza y que avanza sin ningún control, ocasionando daños ecológicos, climáticos, económicos y sociales.*

Existen también zonas que se caracterizan solo por presencia de combustibles forestales ligeros (las praderas) o de material combustible vegetal muerto en donde un incendio adquiere la categoría de incendio forestal debido a que el combustible principal es material vegetal y su eliminación mediante el uso de fuego no estaba programado, en conclusión, un incendio forestal es un fuego que se da en una concentración de material vegetal vivo o muerto no destinada para arder y que avanza sin ningún control, ocasionando daños ecológicos, climáticos, económicos y sociales.

Según las estadísticas del IDEAM, los meses con mayor número de reportes de incendios forestales, son enero (26.6%), marzo (16.8%), y agosto (12.8%), coincidiendo con las épocas de verano y de fuertes vientos que favorecen la expansión de los incendios forestales.

Los incendios forestales tienen lugar principalmente en la denominada **zona de interfase** debido a que se caracteriza por la interacción del hombre y zonas forestales. Y esta interacción junto con los malos hábitos y costumbres de la población que allí habita es la causante del 98% de los incendios en la ciudad.

2.4. Triada

Los tres elementos que determinan el comportamiento de un incendio forestal son, el combustible, el clima y la topografía en lo que se conoce como “LA TRIADA”. La magnitud de un incendio depende, de una manera proporcional, de la forma en como se conjugan estos tres factores teniendo en cuenta:

2.4.1. Combustible:

-La cantidad de combustible que existe en la zona del incendio puede permitir una continuidad vertical u horizontal en la masa forestal incidiendo favorable o desfavorablemente, en la magnitud del incendio (Imagen A pag 09)

-El estado en el que se encuentra el combustible (seco, o verde). Una rama seca al carecer de humedad facilita el proceso de combustión y por lo tanto el avance del incendio.

-El tipo de combustible. Las especies arborícolas son clasificadas en frondosas y coníferas, siendo estas últimas las que arden con mayor facilidad al entrar en contacto con el fuego.

-Su tamaño y composición (altura, grosor de los tallos y ramas, si esta compuesto

por árboles, arbustos, hojas secas en descomposición o una combinación de algunas de las anteriores). Esta composición incide en el tipo de incendio que se desarrolla siendo esta clasificación: de copa, de superficie y subterráneos (2.4 Tipos de incendio Forestal).



Imagen A, Continuidad Forestal
a. Continuidad horizontal.
b. Separación horizontal.
c. Continuidad vertical.
d. Separación vertical.
Tomado de 03

2.4.2. Clima:

-La velocidad y dirección del viento: Determina la velocidad y la dirección del incendio. Si la velocidad es elevada, ocasiona el desprendimiento de pavesas. Las pavesas viajan cientos de metros con la posibilidad de originar focos secundarios lejos del foco inicial (imagen 04).

-La temperatura: a mayor temperatura, menor es el porcentaje de humedad relativa en el ambiente y mayor la evaporación de la humedad propia de la materia vegetal, propiciando las condiciones ideales para un rápido avance del incendio.

-La humedad relativa: se considera que menos del 30% de humedad relativa en el ambiente, es un factor de alto riesgo combinado con otros componentes desfavorables en la triada.

2.4.3. La topografía:

-Los accidentes geográficos que presenta el terreno: por ejemplo en pendientes inclinadas, el avance del fuego se ve favorecido si se desplaza de abajo a arriba y desfavorecido en el caso contrario.

-Las barreras naturales contra el fuego (fuentes hídricas, áreas rocosas, o en general superficies que tengan menos o ninguna posibilidad de arder).

2.5. Tipos de Incendio Forestal

Existen tres tipos de incendio forestal según la altura a la cual se desplaza el incendio.

a. Incendio de superficie: Son aquellos que se desplazan sobre la superficie quemando solo vegetación menor (hierbas y matorrales) o restos vegetales que se encuentren al nivel del suelo, en Cali son estos los que ocurren con mayor frecuencia.

b. Incendio de copas: Se propagan entre las copas de los árboles, son los más difíciles de controlar por que se requiere normalmente de maquinaria pesada y ataques aéreos. Son normalmente generados por la continuidad vertical de la vegetación que durante el incendio causan lo que se conoce como “efecto escalera”

c. Incendios subterráneos: Se desplazan bajo la superficie, quemando raíces y materia orgánica. Se caracterizan por la dificultad que se presenta a la hora de localizarlos; si no se cuenta con experiencia, una columna de humo (características de los incendios), puede ser identificada incorrectamente como el lugar en el cual esta el fuego, al no tener en cuenta aspectos importantes en la topografía del lugar.

2.6. Formas y Partes de un incendio Forestal

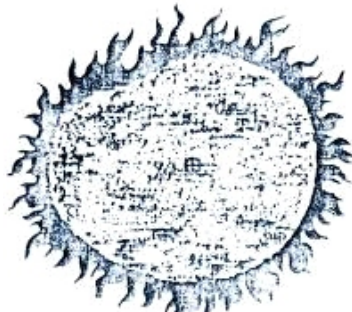


Imagen A. Regular

Aplicando el concepto de triada a las siguientes imágenes se concluye que el incendio regular se desarrolla en un terreno sin presencia de viento (Clima), sin accidentes geográficos (Topografía) y con combustible homogéneo (imagen A).

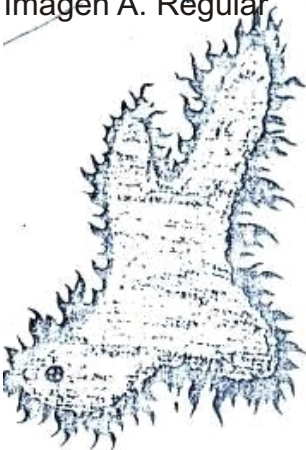


Imagen B. Irregular

Los incendios Irregulares se forman por condiciones mucho más impredecibles, convirtiéndose en un incendio difícil de controlar por la dirección variable del viento, la pendiente del terreno y la aparente presencia de combustibles heterogéneos dando origen a las diferentes partes que puede tener un incendio forestal (imagen B)

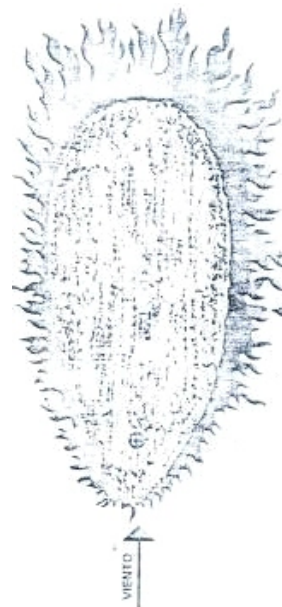


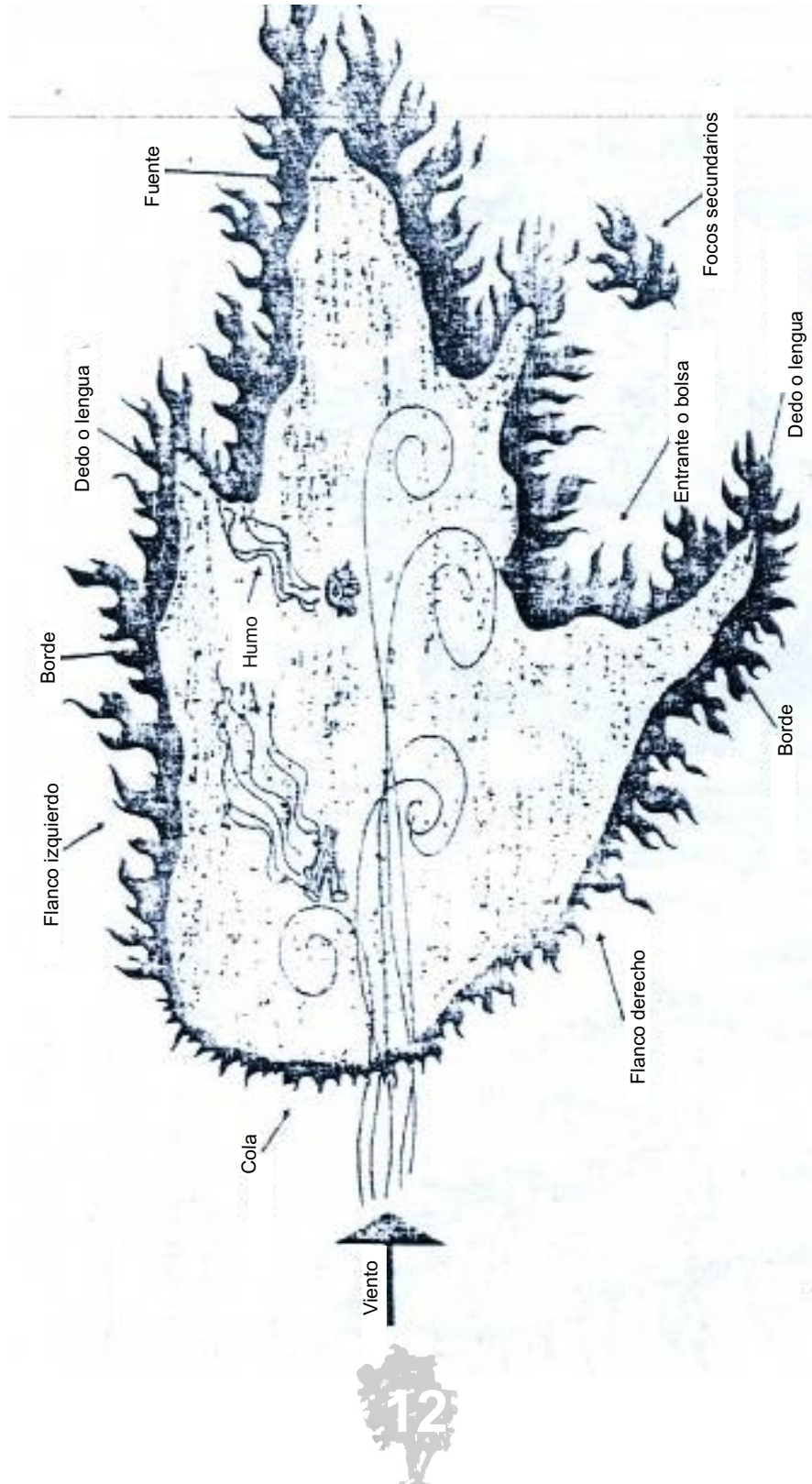
Imagen C. Elíptico

Formas de incendios
Tomado de 03

Por último, en el caso de un incendio elíptico, se trata, de un incendio un poco más predecible pero no menos peligroso, en donde el viento es fuerte y tiene un solo sentido, las condiciones del terreno no afectan en gran medida su desplazamiento y el combustible es homogéneo (imagen C).

Existen otras configuraciones de la Triada que producen formas diferentes a las presentadas, pero siempre contarán con la presencia de los factores que componen la triada.

Imagen A, Partes de un Incendio Forestal
Tomado de 03



2.7. Programa contra Incendios Forestales

Un programa contra incendios es esta compuesto por:

- Información y Educación.
- Prevención y Mitigación.
- Control.
- Liquidación y análisis de causas.

2.7.1. Información y Educación: Que busca sensibilizar al público sobre la existencia de una amenaza y las consecuencias de nuestras acciones sobre el medio-ambiente. La información es suministrada a través de los medios de comunicación y campañas realizadas principalmente en establecimientos educativos.

2.7.2. Prevención y mitigación: involucra principalmente el conjunto de actividades conocido como selvicultura preventiva (imagen A pag 14), cuyas acciones están encaminadas a disminuir las probabilidades de incendio en zonas de alto riesgo; estas acciones son la modificación de combustible, la creación de áreas cortafuegos, las fajas cortafuegos, y la capacitación de personal en las labores de extinción de incendios (imagen A)

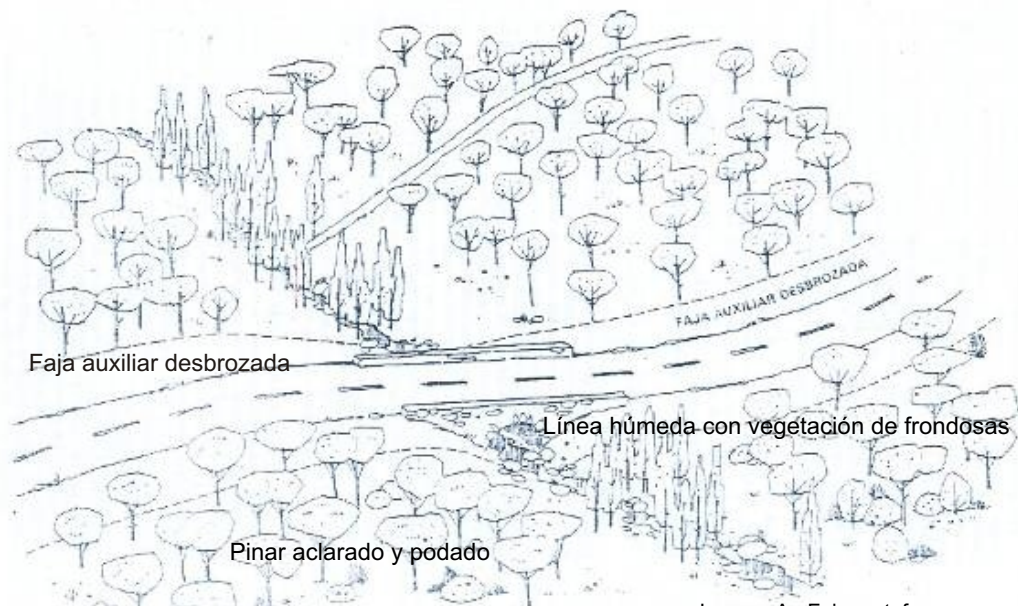


Imagen A , Faja cortafuegos
Tomado de 03

Se aprecia en la imagen, la construcción de fajas cortafuego ubicadas a los costados de la carretera, se pretende con las fajas, crear una zona sin combustible para minimizar las probabilidades de que las áreas forestales sean alcanzadas por ejemplo, por colillas de cigarrillo encendidas.

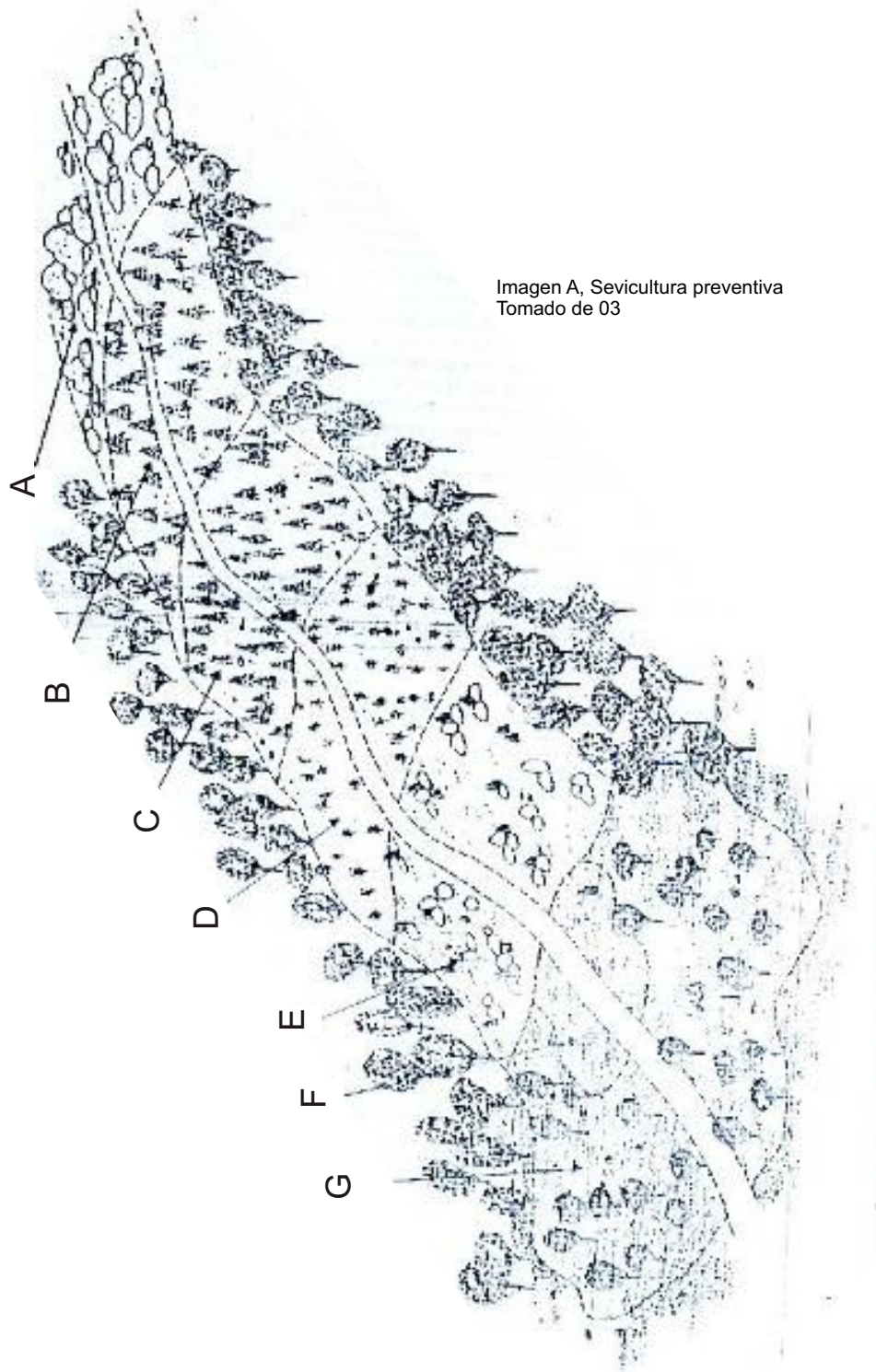


Imagen A, Sevicultura preventiva
Tomado de 03

- A. Zona rocosa no necesita tratamiento.
- B. Masa aclarada y podada con pies maderables. Su aprovechamiento es para madera, pero, dada su baja densidad, puede utilizarse con fines recreativos, acampadas, etc.
- C. Masa abierta joven. Los pies están agrupados en pequeños bosquetes. Se ha iniciado su poda.
- D. Zona de regeneración, obtenida mediante corta a hecho, quema de residuos y matorral, y siembra o plantación de arbolado con baja densidad.
- E. Zona de matorral, aclarada mediante quema y sembrada con herbáceas. Tiene aprovechamiento ganadero y para la vida silvestre.
- F. Prado, no necesita mantenimiento.
- G. Zona de conversión en pastizal mediante quema intensa y reiterada del matorral y siembra con herbáceas perennes. Tiene aprovechamiento ganadero y para la vida silvestre.

2.7.3. Control de incendios forestales: Esta dividido en tres operaciones: *vigilancia y detección, reconocimiento y evaluación, y finalmente ataque y control del incendio*, de todas las actividades en las que participan los bomberos forestales, el control de incendios es el que representa el mayor desafío, principalmente por las duras condiciones de trabajo presentes en los incendios, temperaturas por encima de los 100° c, superficies con grandes ángulos de inclinación y una tarea agotadora son algunos de los factores que ponen a prueba la salud y la integridad física del personal.

2.7.4. Liquidación y análisis de causas: liquidación, vigilancia activa, y determinación de causas.

Una vez controlado el incendio se procede con labores de rutina con el fin de prevenir la reaparición del incendio y, establecer su causa para tomar las medidas necesarias que reduzcan el riesgo de incendio en un futuro y/o sancionar a los responsables. De la determinación de las causas depende la organización de un eficiente plan de prevención.

Las labores de rutina consisten en la extinción de los pequeños fuegos que se puedan encontrar en la zona afectada, brindándole mayor importancia a los lugares de difícil acceso, en los cuales se ve dificultado el suministro de recursos en caso de que el incendio reaparezca.



Imagen A
Bomba de Espalda

Es llevado a cabo principalmente con herramientas manuales y es donde las bombas de espalda (ver 2.9 herramientas empleadas en el control de incendios) (imagen A y B) cobran mayor importancia. En las Labores de extinción de un incendio no se requiere tanto esfuerzo como durante la etapa de control, sin embargo, debe realizarse meticulosamente teniendo en cuenta los elementos de la triada que pueden favorecer el resurgimiento del incendio, conservando las medidas de seguridad personal, por ejemplo, en caso de presentarse inclinación del terreno, todos aquellos combustibles que tengan posibilidad de rodar y atravesar la línea de defensa (ej. Troncos encendidos) deben ser ubicados asegurando su posición cerciorándose de tener la protección adecuada para su manipulación. En las operaciones de liquidación es indispensable también que se lleven a cabo recorridos constantes por el perímetro de la zona afectada hasta que el combustible se haya consumido o enfriado en su totalidad.



Imagen B
Ubicación Bomba de Espalda

2.8. Control de incendios forestales:

Es la parte del programa contra incendios que abarca todos los pasos necesarios para controlar el incendio una vez iniciado, y en el se deben maximizar las medidas de seguridad del personal a cargo del control por considerarse la actividad más peligrosa dentro del programa.

2.8.1. Vigilancia y detección: de esta operación depende que las acciones para controlar el incendio sean llevadas en su etapa inicial, cuando no se ha extendido lo suficiente y es mas fácil de controlar, reduciendo considerablemente los daños que puede ocasionar a la naturaleza y al personal que lo combate. Esta operación busca por medio de la vigilancia, detectar, localizar y comunicar oportunamente a la brigada encargada para extinguirlo.

La vigilancia se realiza por las vías en las que puede acceder el hombre, clasificándose en terrestre y aérea.

-Terrestre: se clasifica en vigilancia móvil y fija. La vigilancia móvil consiste en la vigilancia efectuada por las unidades móviles de la brigada contra incendios en áreas rurales con peligro constante de presentar incendios, y la vigilancia fija, por medio de torres de vigilancia en puntos estratégicos como los cerros de “Cristo Rey” y “Las Tres Cruces” o edificios de gran altura.

Actualmente existen en Cali dos torres de vigilancia (cada una operada por un vigía) ubicadas estratégicamente para evitar los puntos ciegos o de cero visibilidad, dotadas con equipos de comunicación, que permiten notificar inmediatamente a las brigadas la aparición de un incendio, la localización del incendio y según el color y forma de la columna de humo, informan también características acerca del combustible. Por tratarse de personal especializado se puede contar con información exacta.

La detección de incendios por medio de torres de vigilancia y sus respectivos vigías, es un método relativamente económico, en comparación con otros mas sofisticados que incluyen sensores de humo y de aumento de temperatura, que aunque pueden mejorar la efectividad de esta fase del procedimiento, la realidad colombiana hace imposible su instalación por el momento (costos elevados de los equipos o actos vandálicos).

-Aérea: Por medio de aeronaves en pleno vuelo. Por sus características cuentan con la visibilidad de grandes áreas y equipos que permiten ubicar exactamente el incendio. La información acerca de un posible incendio forestal es suministrada por los pilotos que visualizan las áreas afectadas.

Se cuenta también con los reportes hechos por civiles que se convierten en un apoyo visual de gran importancia.

2.8.2. Reconocimiento y Evaluación: Desde el momento en que un incendio es reportado, las acciones a seguir deben realizarse de una manera organizada y coordinada. La primera de estas acciones se convierte en la más importante por que depende del tiempo de movilización de la brigada, desde el lugar donde se encuentre hasta el lugar exacto del incendio, como se menciono con anterioridad, un incendio es mas fácil de controlar si la emergencia es atendida en una etapa temprana del incendio.

A medida que la unidad móvil se acerca al lugar del incendio, realiza una valoración de la magnitud de éste por medio de información suministrada por los vigías o por las características de la columna de convección (humo proveniente del incendio). Una vez en el lugar de la conflagración se realiza un reconocimiento de la zona (vías de escape en caso de emergencia, combustible que se quema, velocidad del viento, extensión del incendio, topografía del terreno y fuentes hídricas cercanas.).

2.8.3. Ataque y Control: Una vez hecha la valoración, se procede con el ataque inicial que consiste en iniciar las primeras acciones de control como son:

- Evitar que el fuego alcance combustibles peligrosos.
- Construir una línea de defensa.
- No permitir la formación de dedos.

En caso de que estas acciones no sean suficientes para controlar el incendio, se informa a la central y se solicita apoyo.

2.9. Herramientas empleadas en el control de incendios

Debido a las condiciones variables (principalmente la topografía) de los lugares en los cuales suelen ocurrir los incendios forestales, las herramientas destinadas para controlarlos deben caracterizarse además de su resistencia, por permitir su uso en estas condiciones variables sin perder eficacia y portabilidad; lo que limita principalmente su peso. Es común entonces, que la mayoría de las herramientas empleadas para combatir los incendios forestales sean de sencilla fabricación (imagen A).

INTERACCIONES USUARIO OBJETO: Dentro del curso para bomberos forestales de la USAID, se mencionan cinco características fundamentales que deben poseer las herramientas destinadas a combatir incendios, estas son:

- Productivas y eficaces, (buen rendimiento con el menor gasto de energía).
- Versátiles, (cumplir varias funciones).
- Portátiles, (livianas y fáciles de transportar).
- Durables, (resistentes a los golpes).
- Simples, (sencillas y fáciles de operar).



Imagen A. Herramientas para el control de incendios

Las herramientas y equipos personales son aquellos que son operados por una persona, no siendo así con equipos más complejos como la cisterna de agua de los vehículos contra-incendios

Bate-fuegos:

Herramienta de ataque directo que solo se emplea si las características del incendio permiten actuar directamente sobre las llamas o si el combustible es ligero. Está constituida por un mango largo de madera o tubo metálico de 150cm de longitud, y una lámina de caucho de aproximadamente 30 x 40cm, aunque puede ser improvisada durante el incendio usando ramas verdes.

Se usa golpeando repetidamente la base de las llamas con la lámina de caucho sosteniendo la herramienta sobre el suelo durante un tiempo para conseguir la sofocación del fuego en cada repetición y debe dirigirse en sentido contrario al del incendio para que las pavesas que se desprendan por la agitación del aire, descendan sobre la superficie quemada, la cual no tiene posibilidad de arder. Es una de las pocas herramientas que busca eliminar, aunque momentáneamente, la presencia de oxígeno del triángulo del fuego.

Esta herramienta exige que el usuario deba emplearla al borde mismo del incendio, en donde las altas temperaturas hacen que las condiciones de trabajo sean aun más extenuantes, por lo que es necesario que el sujeto este habituado mediante ejercicios practicados periódicamente⁰³.



Imagen A, Detalle Batefuego



ImageB, Batefuego

Rula o machete:

Es usada para abrirse paso a través de la vegetación o para despejar de ramas, raíces o pequeños troncos, las zonas por las que posteriormente se construirá una línea de defensa⁰². No cumple ninguna función que permita extinguir el incendio de una manera directa. Es de sencillo manejo, liviana, y de fácil transporte. Normalmente es transportada en una vaina en la reata. Se hace énfasis en el cuidado que se debe tener al emplearla para evitar posibles accidentes que pongan en riesgo al usuario u otros miembros de la brigada forestal. Para cumplir con algunas de sus funciones es posible utilizar motosierras ligeras, ya que lo que se busca no es derribar árboles, sino despejar una zona o línea de elementos combustibles, sin embargo, a diferencia del machete, requiere del uso de ambas manos, por lo que en terrenos inclinados es poco conveniente. Como todas las herramientas de impacto, busca mantener la mayor parte del peso en el extremo opuesto del usuario para aumentar su efectividad. (Imagen A)



Imagen A, Rula o machete

Imagen B. Pala

**Pala:**

Aunque una pala común también puede ser empleada, se recomienda que ésta sea de pico y borde cortante, y así contar con funciones como raspar y cortar combustibles ligeros y pesados. Es usada tanto en el ataque directo como en el ataque indirecto⁰³ cumpliendo con funciones específicas según sea el caso; sirve para sofocar combustibles ligeros al arrojar tierra sobre su base, para raspar la corteza seca de algunos árboles, para cortar ramas y raíces, y para excavar hasta descubrir el suelo mineral durante la construcción de la línea de defensa⁰³. Al igual que todas las herramientas usadas durante la campaña de incendios se debe estar habituado a su uso para evitar un rápido agotamiento (imagen B).

Hacha azada (Pulaski):

Es una herramienta de mango grueso de madera de aproximadamente 1m de largo, para trabajos mas pesados, requiere de la fortaleza física del usuario, sin embargo, en conjunto con la pala logra un excelente trabajo durante la construcción de la línea de defensa. Su peso, sumado a la fuerza adicional generada por el usuario, permite penetrar profundamente en la tierra descubriendo rápidamente el suelo mineral y cortando simultáneamente las raíces gruesas que se puedan encontrar, la pala remueve cómodamente la tierra y demás material desprendido sobre la línea de defensa. Se usa también para cortar ramas, raíces y árboles.

Ha sido diseñada principalmente para combatir incendios combinando dos herramientas, sin embargo, pueden ser usados otros tipos de modelo (imagen A).



Imagen A Pulaski



Imagen B. Mc Leod

Mc Leod o Rastrillo Azadón:

Con una longitud de 120cm, esta herramienta permite remover los restos de materia vegetal, producto del trabajo previo de otras herramientas como el Pulaski durante la construcción de líneas de defensa. Otra de sus funciones consiste en raspar la corteza de los árboles y cortar pequeñas raíces. Es de fácil manejo y requiere de un esfuerzo moderado (Imagen B).

Rozón

Tiene una longitud aproximada de 110cm y aunque relativamente pesado es de fácil manejo, su principal función es cortar pequeñas ramas y raíces, requiere de un esfuerzo moderado (Imagen A).



Imagen A. Rozon

Rastrillo Cegador

Su principal función es la de raspar, remover y barrer tizones de liquidación, es una herramienta que requiere de movimientos similares a los del Mc leod (Imagen B).

Imagen B. Rastrillo Cegador





Sierra Pequeña

En algunas condiciones la sierra pequeña adquiere real importancia a facilitar el despeje de ciertas áreas en un menor tiempo que las herramientas manuales, sin embargo, debido a su peso y forma resulta un poco más difícil de transportar que las herramientas manuales (imagen A).

Imagen A. Sierra Pequeña

Bomba de Espalda: Se usa en el ataque directo cuando el fuego es débil, para apagar combustibles ligeros (**imagen B**), en la línea de defensa cuando se realizan contrafuegos (*ver 2.10.2. ataque directo*), cuando se realizan quemas prescritas y en las labores de liquidación⁰²



Imagen B. Boba de Espalda

2.10. Métodos de Ataque y Control: Los métodos de ataque y control están divididos en ataque directo y ataque indirecto que son aplicados según la forma y tipo de incendio.

2.10.1. Ataque directo y líneas de defensa: El ataque directo se realiza principalmente cuando la intensidad del fuego y las características de la triada permiten actuar en el borde mismo del incendio. Se lleva a cabo sofocando las llamas con bate-fuegos extinguiéndolas con agua proveniente del carro cisterna, construyendo una línea de defensa y retirando el combustible potencial de la zona por la cual se desplaza el incendio.

Las líneas de defensa son brechas preferiblemente rectas que se construyen excavando hasta descubrir el suelo mineral, su ancho, forma y extensión son determinados de acuerdo con la manera como se conjugan los componentes de la triada, por ejemplo, si la velocidad del viento produce el desprendimiento brusco de pavesas, la línea de defensa debe ser lo suficientemente ancha para evitar que las pavesas ardientes la sobrepasen, y estar alejada de los árboles que han sido alcanzados por las llamas para que, en caso de que caigan, no crucen la línea. Las líneas de defensa son construidas lo más cerca posible del incendio si sus características lo permiten y deben estar conectadas con barreras contra el fuego naturales o artificiales por dos razones:

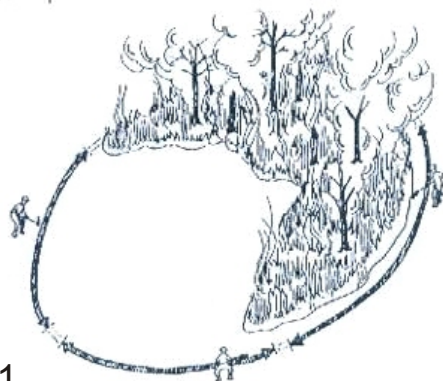
- Evitar el agotamiento prematuro del personal encargado apoyándose en las barreras.
- Cerrar completamente el paso del fuego.

Durante su construcción, se debe evitar:

- Formar ángulos agudos.
- Si se esta en una colina o pendiente, evitar construirla cuesta abajo hacia el lugar de donde proviene el incendio que por sus características tiende a subir y puede asfixiar, atrapar, o alcanzar al personal. Es preferible al otro lado de la colina donde no hay fuego.
- En lo posible, evitar zonas con mucha vegetación, para ahorrar la energía de los combatientes.

El curso de bomberos forestales de la USAID, recomienda construir la línea de defensa de tres formas:

- a)Asignación Individual.
- b)Alternó.
- c)Progresivo.



1.

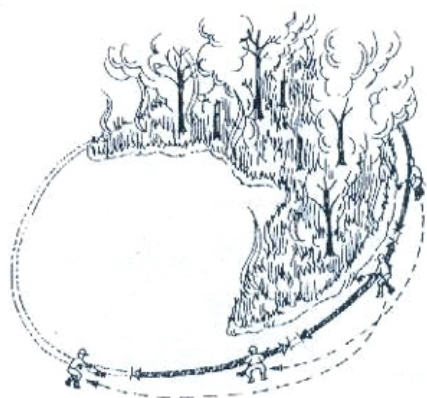
Imagen

a)Asignación Individual

b)Asignación Alterna

c)Asignación progresiva

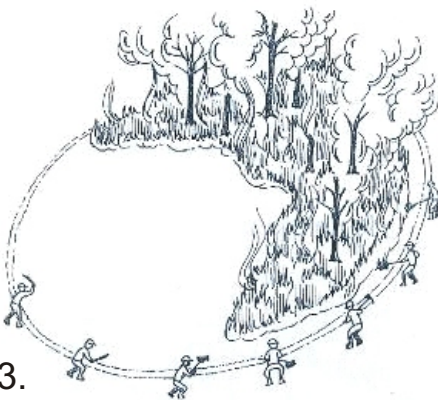
Tomado del 02



2.

1) Asignación Individual: A cada bombero se le asigna una sección de la línea a construir y el tiene que vigilarla y lograr que el fuego no pase.

2) Alterno: A cada bombero se le asigna un corto trecho de la línea a construir. Cuando termina el trecho, sobrepasa a la cuadrilla poniéndose a la cabeza de éste y construyendo un nuevo trecho.



3.

3) Progresivo: La línea se construye por etapas y todos los integrantes participan. Los primeros bomberos abren el paso aclarándola línea, los segundos raspan y cavan y los últimos vigilan y sostienen la línea.

2.10.2. Ataque indirecto: Este tipo de ataque se debe usar cuando las características de la triada ponen en riesgo la seguridad de la cuadrilla, por ejemplo: cuando hay poca visibilidad debido al humo, cuando las condiciones del terreno son inclinadas o cuando las llamas son altas y el calor no permite acercarse de modo seguro. Al igual que en el ataque directo se requiere de la construcción de una línea de defensa, pero en este caso en un lugar en donde los riesgos de la cuadrilla sean menores o donde no puedan ser alcanzados fácilmente por las llamas. En terrenos de mucha pendiente por ejemplo, generalmente en las horas del día cuando el aire tiende a ascender, el fuego se ve favorecido por la convección y avanza rápidamente, por lo que es recomendable que la línea de defensa sea construida al otro lado de la pendiente, en donde el fuego se verá obligado a avanzar contra el viento disminuyendo su velocidad (imagen A).

En ocasiones, es posible emplear un método conocido como contrafuego (imagen A pag 28), que consiste en aprovechar las características del fuego para frenar el avance del incendio. A partir de una línea de defensa previamente construida, se crea intencionalmente un fuego que quema el combustible que se encuentra entre la línea de defensa y el incendio que se aproxima a la línea gracias a las corrientes generadas por él.

Un incendio calienta el aire circundante, el aire caliente asciende y es remplazado inmediatamente por aire mas frío, generando corrientes de aire en dirección a si mismo; estas corrientes de aire establecen la dirección del contrafuego, que va eliminando todo el combustible potencial que se encuentra al paso del incendio; una vez el incendio y el contrafuego se encuentran se extinguen simultáneamente al carecer combustible.

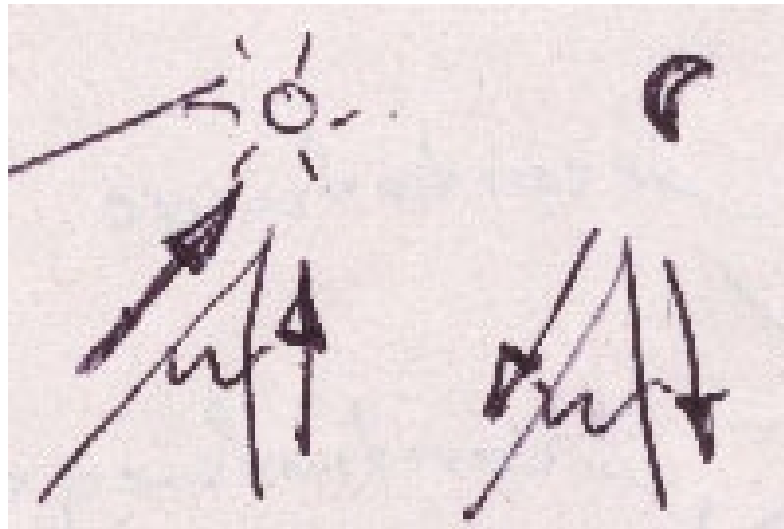


Imagen A. El aire tiende a ascender en el día y a descender en la noche

Al igual que todas las decisiones que se tomen durante el incendio, la decisión de crear o no un contrafuego debe estar sujeta a las características de la triada y es tomada solo por quien este a cargo de la operación. Las recomendaciones del curso de bomberos forestales de la USAID para aplicar un contrafuego son:

- 1.El personal debe estar capacitado.
- 2.Localizar o construir apropiadamente la línea de defensa de donde se va a realizar el contrafuego.
- 3.Completar el trabajo de construcción de la línea en un tiempo limite.
- 4.Aprovechar las condiciones del clima.
- 5.Aprovechar las corrientes de aire creadas por el incendio principal.
- 6.Usar contrafuegos auxiliares si las condiciones del clima son desfavorables.
- 7.Evite la formación de esquinas en forma de punta de lanza.

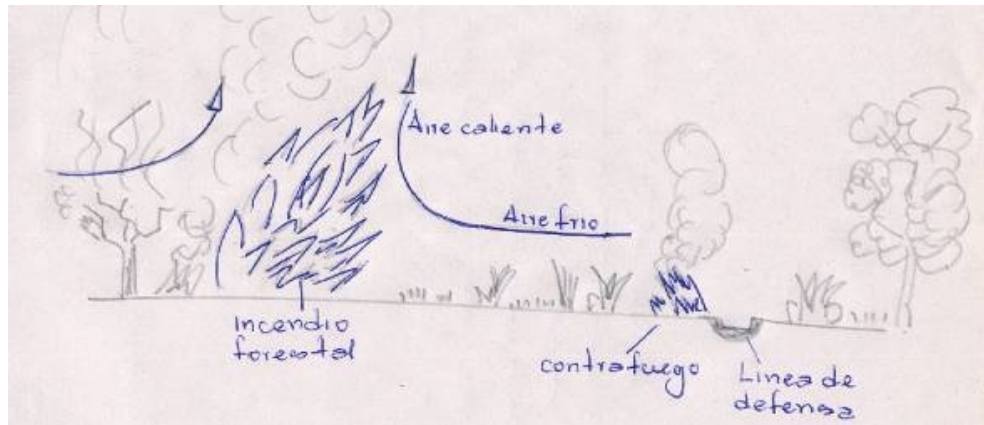


Imagen A
Contrafuego

Para crear un cortafuego se requiere de una antorcha de goteo, la cual consta de un depósito de 4.5 litros, aproximadamente, que se llena con una mezcla de 2/3 de gasóleo y 1/3 de gasolina. No debe usarse más gasolina por que es peligroso. Tampoco debe aumentarse la proporción de gasóleo porque es difícil de prender. Puede emplearse también Keroseno puro.

La mezcla desciende por un tubo con sistema antirretorno y gotea sobre el quemador, que consiste en una esponja de amianto. Para prenderla se deja empapar el quemador y se enciende con una cerilla o un mechero, regulando la válvula de aire. Se facilita el encendido dejando gotear la mezcla sobre el combustible seco que se desea quemar, encendiendo este con una cerilla y prendiendo luego el quemador en la llama de dicho combustible leñoso.

Cuando se termina de usar, se apaga soplando fuerte contra el quemador. Se deja enfriar bien y luego se desenrosca, guardándose en el interior del depósito. No se debe apagar metiendo el quemador en arena, lo que lo deterioraría, tampoco se debe meter el quemador caliente en el depósito, ya que éste puede contener mezcla combustible o simplemente vapores de la misma⁰³.

2.11. Peligros presentes en las operaciones de control.

Fueron identificados 3 tipos de situaciones peligrosas que son:

- a) Propias del tiempo y la zona.
- b) Producidas por el incendio y las altas temperaturas.
- c) Falta de experiencia y adaptación.

a) Propias del tiempo y la Zona. Los peligros propios de la zona son aquellos que por las características naturales de la zona y por aquellas producto de la intervención humana en la zona, ponen en riesgo la seguridad de los bomberos forestales. En esta categoría encontramos plantas urticantes con las que los brigadistas pueden tener contacto, animales (serpientes, insectos venenosos, felinos) que bajo un estado de confusión, estrés y amenaza resultan más peligrosos de lo habitual.

Una desafortunada configuración de los factores que integran la triada, por ejemplo, un incendio al medio día, cuando los rayos del sol caen directamente sobre la tierra aumenta las probabilidades de sufrir desmayos por el intenso calor; una topografía difícil que entorpece el paso del personal y provoca caídas; cambio repentino de la dirección del viento; combustible que provoque condiciones asfixiantes y reduzca la visibilidad, entre otros.

Subsistencia de áreas de antigua explotación minera, cuyos respiraderos se convierten en trampas mortales en los que los miembros de brigada pueden caer y quedar atrapados¹⁴. A partir de la entrevista sostenida con el Capitán Jairo Soto, se concluye que las condiciones topográficas de algunas zonas en Cali, no solo son peligrosas por la naturaleza sino que han sido alteradas por el hombre (actividades mineras, respiraderos abandonados) convirtiéndolas en zonas muy impredecibles, por lo que el riesgo de accidentes en las labores de extinción aumenta.

b) Producidas por el incendio y las altas temperaturas. Las duras condiciones de trabajo durante un incendio, pueden generar en el combatiente, especialmente si carece de experiencia:

Calambres por calor: Debido por desbalance de sodio y potasio en las células musculares, provocado por grandes pérdidas de líquidos por el proceso de sudoración⁰⁴.

Deshidratación: Señales tempranas de deshidratación son: producción urinaria disminuida, letargia, ansiedad e irritabilidad. Frecuencia cardíaca elevada y alta temperatura central pueden estar presentes⁰⁴.

Depleción de sal: Ocurre cuando los líquidos son reemplazados de manera adecuada, no siendo así con los electrolitos (en ejercicio o trabajo en calor la pérdida de sal por el sudor puede ser de 15-20 gr. ó más, la dieta normal contiene 10 grs., es sólo cuestión de días para que se desarrolle una depleción de sal; Profilaxis: Incremento del contenido de sal en los alimentos o tomando soluciones electrolíticas diluidas.

La Depleción de Sal moderada o severa debe recibir tratamiento médico⁰⁴.

Exhaustación por calor: Es una condición potencialmente seria, durante la actividad física por: incremento del calor metabólico (por actividad física), deshidratación y depleción de sal secundaria a la sudoración⁰⁴.

Golpe de calor (heat stroke): Afecta a individuos que tienen altas temperaturas centrales (aprox. 40°C)⁰⁴.

c) Falta de experiencia y adaptación. Jornadas de combate largas y sin descanso, desgastan rápidamente al personal que no ha sido habituado previamente para soportar estas condiciones; como resultado, pueden provocar quemaduras, desmayos, heridas e incluso la muerte.

✍ Los niveles de estrés presentes durante los incendios son muy elevados, es necesario que el personal este entrenado para controlarlo y reaccionar rápidamente ante situaciones cambiantes.

✍ Actos negligentes que ponen en peligro su vida y la de los demás, por ejemplo, transportar de manera inadecuada las herramientas y maquinas.

✍ Olvidar las rutas de escape, desorientación en el terreno.

✍ Desconocimiento de las normas básicas de comportamiento antes, durante y después del incendio que son:

-Mantener los implementos de trabajo, principalmente las herramientas cortantes en buen estado para su máxima eficiencia cuando sean requeridas.

-Transportar adecuadamente las herramientas en todo momento, esto es, el mango de la herramienta en la parte más próxima al elemento que cumple la función, siempre con la mano abajo y al lado por el cual desciende el terreno si se trata de terrenos inclinados. Si se trata de una sierra eléctrica, debe estar apagada y con la espada hacia atrás, igual que en el caso anterior al lado por el cual desciende el terreno si se trata de terrenos inclinados. Durante el transporte debe haber por lo menos 2 metros entre persona y persona.

-Las herramientas solo deben ser usadas para la función para la cual fueron diseñadas.

-Mientras no se encuentren en uso deben estar guardadas en un sitio destinado para ello y si están en la zona de combate en un lugar visible y una posición estable.

-Se debe tener especial cuidado a la hora de manipularlas, una posición cómoda y suficientemente alejado de los compañeros.

-Mantener los vehículos en buenas condiciones.

-Nunca ubicar los vehículos frente a los incendios.

-Solo debe conducir personal con experiencia capacitado para ello. Por tratarse de zonas forestales es normal que las vías de acceso no sean óptimas o en algunos casos simplemente no existan.

-Utilizar siempre durante el incendio todos los equipos de protección necesarios para proteger la salud⁰³.

3. USUARIO

Técnicamente cualquier persona con buen estado físico y sin limitaciones físicas puede participar en las labores de extinción de Incendios de Forestales, sin embargo, bajo las impredecibles y exigentes condiciones de trabajo a las que es sometido el personal, es necesario un conocimiento mínimo indispensable.

Existen dos tipos potenciales de usuario, personal profesional (miembros del Cuerpo de Bomberos) y personal no profesional (personal de apoyo de las fuerzas armadas, defensa civil, civiles capacitados en la extinción de incendios), sin embargo, el desarrollo de un proyecto acerca del tema trae más beneficios a este último

Un estado mental normal es indispensable, debido a la concentración requerida durante los incendios forestales, que son considerados verdaderas pruebas de esfuerzo por los niveles de estrés elevados; y debido a aquellas situaciones impredecibles en las que puede verse comprometido el personal, se debe estar alerta en caso de una orden de retirada o listos para auxiliar a los heridos.

Aunque no existen restricciones en cuanto al sexo del brigadista, se debe considerar que las mujeres son afectadas por las altas temperaturas en mayor grado que los hombres, debido principalmente a los contenidos de grasa corporal que diferencian ambos sexos, lo que puede ocasionar un agotamiento repentino y por lo tanto menor resistencia física del personal femenino durante los incendios en relación a su preparación y adaptación^{04,06,07,08}.

El personal no profesional, trabaja normalmente bajo la dirección de personal especializado apoyando la construcción de cortafuegos, sofocando las llamas con herramientas como el bate fuego, o ayudando en el transporte de equipos.

Equipo de Seguridad Personal usado en Santiago de Cali por Bomberos Forestales



Traje ignífugo: puede ser de una sola pieza, mono ignífugo que proporciona mayor protección, o de dos piezas. Tejido ignífugo generalmente "Nomex" sometido a la prueba de la lanza, no se fundirá ni fluirán en gotas, ni se perforará. Nunca debe estar tratado con producto de impregnación, ya que con el uso y los distintos lavados pierde sus cualidades. Las costuras, cosidas igualmente con hilo ignífugo de gran resistencia, cierres mediante cremallera o velcro ignífugo, nunca con botones externos, las zonas de mayor fricción reforzadas codos, piernas, cadera. La camisa debe ser de color amarillo, para ser perfectamente visibles desde el aire y en condiciones de baja visibilidad.

Monja minimiza los efectos producidos por la irradiación de calor en rostro (imagen A)

Guantes Brinda protección de la mano contra las lesiones propias de las actividades realizadas, como son altas temperaturas, fricción, raspaduras o el ataque de animales.

Casco protege del desprendimiento de ramas, del lanzamiento de agua o retardantes a la llama desde el aire cuya velocidad y fuerza de impacto son



Imagen A Monja

considerables.

Arnés permite la disposición de algunos elementos del sistema como la linterna en un lugar de fácil alcance

Cantimplora agua para consumo o con fines medicinales.

Botas con la capacidad de soportar altas temperaturas y resistentes a duras condiciones de trabajo.

Polainas incrementa la protección de las piernas

Mono Gafas evitan el contacto con gases irritantes producto de la combustión y protegen de pavesas y tizones incandescentes sin reducir la visualización del entorno.

Otros elementos

- Binoculares
- Radio portátil de 3 canales (permite la comunicación permanente)
- Reloj (para el seguimiento de la columna de humo por parte del vigía)
- Brújula
- Velocímetro

4. CONTEXTO

Transporte

Además de los implementos personales tanto de protección como de trabajo, los bomberos forestales cuentan con vehículos cisterna, adecuados para el transporte de personal y equipados con equipos para la extinción de incendios mediante el uso del agua (Imagen A).



Tanque de agua con capacidad

Imagen A



Actualmente la brigada forestal cuenta con 2 vehículos con las siguientes características:

Toyota Landcruiser 4x4 de 4500cm³ y tanque para 28 galones de combustible, con capacidad max. de 8 personas distribuidas de la siguiente manera: Un conductor y dos pasajeros en la cabina, 6 pasajeros en la parte posterior formando 2 hileras de 3 personas sentados frente a frente sobre compartimientos adaptados como bancas dentro de las cuales almacenan las herramientas manuales que requieren para su labor. Estos compartimientos están ubicados a lo largo de la estructura posterior de la camioneta y solo es posible abrirlas cuando el personal desciende del vehículo, cuenta con un compartimiento adicional con puertas corredizas ubicado entre la cabina y la parte posterior del vehículo, destinado a otras herramientas y/o equipo como bombas de espalda (Imagen A).

Se le ha adaptado un tanque de agua con capacidad para 100 galones bajo la carrocería. En la parte exterior tiene compartimientos con diferentes dimensiones a cada lado, dentro de los que son transportados:

- La marullama con una extensión max. de 100 metros.
- Una motobomba (Mar 3, 90 galones/minuto)
- 100 metros de manguera
- Los diferentes accesorios de manguera, entre otros.

La cabina de la camioneta cuenta con radio-base, Rutilante, Altavoz y luces exploradoras.



Imagen A. Vehículo de Transporte



Las estaciones de bomberos cuya jurisdicción incluye zonas forestales, están dotados también de vehículos todo-terreno con características similares a las de los vehículos de la brigada forestal y personal capacitado en el área. Reciben también apoyo de las fuerzas armadas en caso de ser solicitado y de la fuerza aérea cuando el incendio exige ataques aéreos.

Número de personas que conforman la brigada.

La brigada esta compuesta por 12 personas preparadas física y mentalmente para enfrentar los incendios forestales cualquiera sea su forma, están divididas en 2 cuadrillas que patrullan constantemente zonas consideradas de alto riesgo. Cada cuadrilla esta compuesto por un jefe de cuadrilla, un motorista y 4 brigadistas. Existen además 2 vigías ubicados en altos del rosario y el acueducto de la reforma respectivamente. Todos especializados en combatir incendios forestales para proteger la naturaleza, personas y sus bienes y servicios.

Santiago de Cali y la triada

La siguiente es información sustraída del “**plan de ordenamiento territorial**” (documento del departamento administrativo de planeación municipal), sobre diferentes características de Santiago de Cali y sus corregimientos, que luego serán analizadas a partir del concepto de “TRIADA” visto anteriormente.

Clima

En el municipio de Cali, por estar cerca de la línea ecuatorial las variables del clima como: temperatura, humedad relativa y presión atmosférica exhiben fluctuaciones importantes en función de la altura sobre el nivel del mar y del ciclo diario de iluminación, pero no presentan variabilidad estacional de importancia; por el contrario, las diferencias entre una temporada y otra son definidas en función de la lluvia sin duda el parámetro más importante en la zona. La viabilidad espacial de los parámetros de temperatura, precipitación, humedad y brillo solar hacen del municipio de Cali un territorio que ofrece espacialmente una gran variabilidad de climas.

Temperatura

Este factor está influenciado por la circulación de los vientos valle-cordillera y por la altura sobre el nivel del mar. El municipio presenta un rango de elevaciones sobre el nivel del mar entre 956 m.s.n.m. y 4200 m.s.n.m., por lo cual ofrece una gran variedad de temperaturas entre 10°C y 24°C como temperaturas medias mensuales entre Los Farallones y el valle geográfico, respectivamente.

Precipitación

El municipio de Cali está regido por los principales sistemas de circulación atmosférica, por esta razón ocurren períodos muy marcados de mayores y menores lluvias generadas básicamente por el desplazamiento de la zona de convergencia intertropical.



El régimen de precipitación media mensual presenta a lo largo del año una distribución muy bien definida con dos períodos húmedos que corresponden a los meses Marzo-Abril-Mayo y Octubre-Noviembre-Diciembre y dos períodos secos correspondientes a los meses de Enero-Febrero y Junio-Julio-Agosto-Septiembre.

La precipitación de la ciudad de Cali varía entre 1300 mm/año en el sur y 1000 mm/año en el norte, aumentando en la dirección Suroeste. En la parte montañosa del municipio la precipitación varía entre los 1300 mm/año y los 3000 mm/año.

Humedad Relativa

La variación media mensual de la humedad relativa, presenta a lo largo del año una distribución con valores mayores en los meses de Mayo y Noviembre y bajos en los meses de Enero-Febrero y Julio-Agosto. Los valores extremos de humedad están entre el 45 y 98% y un promedio anual entre el 65% en la estación San Luís al Norte y 73% en la estación de Univalle al Sur.

Brillo Solar

El ciclo anual de brillo solar es, en general, consistente con los ciclos de precipitación y temperatura, con valores bajos durante las temporadas de lluvias y altos en períodos secos. Los valores más bajos de brillo solar se presentan en los meses de Abril-Mayo-Junio y Octubre-Noviembre-Diciembre, con 4.3 horas/día de brillo solar y un máximo en el mes de Julio de 5.7 horas/día de brillo solar. El brillo solar según la altura es el siguiente: En la estación Univalle, elevación 970 m.s.n.m., promedio 5.4 horas/día, El Topacio 1676 m.s.n.m., promedio 3.2 horas/día y La Teresita 1950 m.s.n.m., promedio 3.1 horas/día.

Zonas de Vida

Las zonas de vida como las define Holdridge son una expresión de las características de la precipitación, la temperatura, el brillo solar, la humedad relativa y la altura sobre el nivel del mar y determinan una formación vegetal. En el municipio de Santiago de Cali existen cuatro zonas de vida, la formación bosque seco tropical (bs-T), bosque húmedo premontano (bh-pm), bosque húmedo montano bajo (bh-mb) y bosque muy húmedo premontano (b-pm).

En el ordenamiento del territorio es conveniente conocer su distribución porque permite identificar las áreas que deben ser protegidas y a las que se debe dar un tratamiento especial en razón de que cada una de ellas alberga una fauna y flora características.

La formación bosque seco tropical, se desarrolla aproximadamente entre las cotas 1000 y 1.300 m.s.n.m. y comprende parte de la zona plana, valle geográfico del río Cauca y el piedemonte del área rural e involucra toda la parte baja de las cuencas desde el río Aguacatal hasta el río Pance. Esta formación se caracteriza por un avanzado deterioro producto de la acción antrópica fundamentada en deforestación y erosión, asentamientos humanos de alto riesgo y la minería.

La formación bosque húmedo subtropical o premontano se desarrolla entre las cotas 1300 hasta la 1650 sobre el nivel del mar con una temperatura entre 19°C y 24°C. En estas áreas se presenta la mayor actividad agrícola y corresponde a la

zona de Reserva Forestal del municipio. En esta franja existe actividad minera. Existen algunas manchas de bosque natural en las fases de sucesión vegetal, que garantizará el proceso conservacionista.

La formación bosque húmedo montano bajo comprendida entre las cotas 1650 y 2600 m.s.n.m., forma la parte media alta de la zona rural. Existe alguna actividad agrícola, pero hay mayor cobertura vegetal. En esta área se encuentran los corregimientos de La Elvira, Saladito, Felidia, Pichindé, Los Andes, Villacarmelo y Pance, así como los asentamientos de Peñas Blancas, La Candelaria y La Vorágine. Esta formación vegetal es frágil, principalmente en los bosques de niebla y su aptitud de conservación garantiza la sostenibilidad natural de estos ecosistemas.

La formación bosque pluvial montano (b-pm), se desarrolló por encima de la cota 2600 m.s.n.m., esta formada por un ecosistema demasiado frágil que al ser intervenido desestabiliza el medio natural. Es una zona rica en especies de flora y fauna, conformada en parte por vegetación característica del bosque húmedo montano bajo (árbol loco, encenillo, cerezo, siete cueros, incienso, granizo y otros) y vegetación raquífica de los bosques de niebla, toda esta franja se encuentra en jurisdicción del Parque Nacional Natural de Los Farallones.

Vientos

- Circulación Global

Por su situación geográfica de 03°30' latitud N y 76°30' longitud W, la ciudad de Santiago de Cali se encuentra plenamente localizada en la zona de circulación ecuatorial. La circulación general del Ecuador está caracterizada por una región de baja presión o Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ) y las corrientes de vientos alisios que soplan del Noreste y Suroeste desde ambos hemisferios. La ITCZ se manifiesta por una gran inestabilidad termodinámica que origina abundante nubosidad de tipo convectivo, vientos variables de poca intensidad, altos niveles pluviométricos y un gran contenido de vapor de agua en la atmósfera. La ITCZ tiene un desplazamiento oscilatorio alrededor del Ecuador, ocupando la posición más meridional en el país (Nariño, Amazonas) durante los meses de Enero y Febrero, y la más septentrional (Costa Atlántica) en Julio y Agosto, durante el resto del año la ITCZ se encuentra en posiciones intermedias. En los meses de Junio, Julio y Agosto la ITCZ se sitúa en la parte Norte del país, quedando la Costa Atlántica y las estribaciones septentrionales de las Cordilleras bajo su influencia. En lo referente a la ciudad de Santiago de Cali, durante este tiempo se ve afectada por los vientos alisios del Suroeste que ascienden por la Cordillera Occidental y descienden por los Farallones de Cali como masas de aire calientes y secas, condicionando el período seco de mitad de año que se extiende desde Junio hasta mediados de Septiembre. La época seca desde finales de Diciembre hasta mediados de Marzo es generada por los vientos alisios del Noreste que penetran a la cuenca del río Cauca por el Norte y los cuales se caracterizan por una gran estabilidad atmosférica. Las condiciones del estado del tiempo se presentan con poca nubosidad, ausencia de precipitaciones, vientos persistentes con una alta velocidad en las horas de la tarde y bajo contenido de humedad en la atmósfera.

- Circulación Local

Por estar situada la ciudad en el piedemonte de la Cordillera Occidental, es necesario tener en cuenta la circulación local de valle-montaña que puede anular o reforzar los efectos de la circulación general durante el día y la noche y en diferentes épocas del año.

Entre las dos y cinco de la tarde las direcciones de viento cambian hacia el Este (8%), Noreste (4%) y Norte (6%). Sus frecuencias son bajas en comparación con las otras direcciones, pero no obstante, el cambio de dirección hacia el Noroeste alrededor de las seis de la tarde, cuando la circulación desde las montañas hacia el Valle alcanza su máximo desarrollo.

La rosa de vientos correspondiente al período seco de principios del año, primer período lluvioso y época seca de mitad de año no muestra una variación notable con respecto a lo descrito a nivel anual en los párrafos anteriores.

Se destaca una disminución de los vientos de montaña, Noroeste desde un 17% a principios del año hasta llegar a un mínimo del 7% en el segundo período lluvioso del año. Al mismo tiempo, aumentan en frecuencia de ocurrencia los vientos provenientes del Noreste que oscilan entre un 4% a principios del año hasta alcanzar un 9% en la primera época lluviosa del año. Esto puede significar, que durante las épocas de lluvia se debilita la circulación valle-montaña en la ciudad y las concentraciones de contaminantes aumentan en los sectores Occidental y Noroccidental de Cali, al debilitarse los vientos provenientes del Noroeste.

En la estación meteorológica localizada en el aeropuerto “Alfonso Bonilla” la circulación atmosférica descrita para el sur de la ciudad se distorsiona, debido al predominio casi exclusivo de las direcciones Noroeste (40%) y Norte (31%) lo cual indica que las celdas de circulación valle-montaña se debilitan en su componente proveniente del Sureste, Sur y Suroeste, dando lugar a un viento de dirección Noroeste-Norte.

Valle Geográfico

El valle geográfico está formado por la planicie inundable y la parte inferior de los conos y esta formado por las unidades que son antiguos humedales, depósitos de pantanos aluviales, canales y depósitos de ríos, albardones (diques) naturales, zonas desecadas y rellenos de cauces, depósitos aluviales en llanuras y márgenes de ríos y sedimentos en curvas internas de meandros.

Estos suelos están compuestos por estratos de arena, limos y arcillas, ocasionalmente intercalados con gravas y bloque de roca, principalmente a lo largo del curso de los ríos. El espesor de estos sedimentos aumenta hacia el Oriente, en donde perforaciones de más de 400 metros no han encontrado rocas del basamento. Los depósitos a lo largo de los ríos que cruzan el área urbana representan, además, la franja mínima que no debe ser urbanizada.

5. CONCLUSIONES

1. De los cuatro componentes que conforman el **programa de incendios forestales** (Información y educación, prevención y Mitigación, control de Incendios Forestales, liquidación y análisis de causas), el que más riesgos representa para el personal es el control de Incendios Forestales.

2. El tiempo es uno de los principales factores que determinan el daño que puede ocasionar un incendio forestal, y la reducción de estos tiempos puede significar aumentar los riesgos de accidentes del personal que actúa en la zona de la conflagración, por tal razón, los cambios realizados deben considerar todos los riesgos existentes minimizándolos, y a la vez evitar que surjan nuevos peligros a causa de la implementación de nuevos métodos y estrategias.

3. Es de vital importancia que el personal profesional y no profesional principalmente, este completamente organizado, entrenado y tenga un mínimo conocimiento acerca de los peligros a los que esta sometido.

4. La seguridad de los miembros de los grupos de extinción y la del mismo bosque depende principalmente de la magnitud del incendio.

5. Análisis de Herramientas Manuales usadas para controlar el incendio

-Las acciones requeridas para conseguir el óptimo control del incendio, desempeñadas por las herramientas manuales que son:

- a) Sofocar el fuego.
- b) Cortar ramas, raíces y árboles.
- c) Raspar.
- d) Socavar.
- e) Hacer trincheras y surcos.
- f) Excavar y Arrojar tierra.
- g) Picar

-Las herramientas de impacto concentran la mayor parte del peso al extremo opuesto del usuario para aumentar su efectividad.

-Después de analizar los movimientos que exigen las herramientas usadas por los brigadistas se pudieron identificar 4 movimientos básicos que llamaremos dinámicas de movimiento o barridos y son:

a) *Impacto firme vertical*: es el conjunto de movimientos necesarios para elevar la herramienta por encima de la cabeza para luego dibujar un arco sobre un eje horizontal con los hombros como centro de rotación, utilizando las dos manos.

b) *Impacto firme Horizontal*: son los movimientos que se requieren para dibujar un

arco sobre un eje vertical con una ligera inclinación, que consiste en elevar la herramienta a un costado del cuerpo para luego agitarla con fuerza utilizando las dos manos y empleando las caderas como centro de rotación.

c) *Izado y Tracción*: son los movimientos cortos repetitivos que exigen estirar y contraer los brazos contra el cuerpo empleando ambas manos y cuyo movimiento no exige trasladar mucho peso.

d) *Impacto Ligero*. Se define impacto ligero a aquel conjunto de movimientos realizado con un solo brazo utilizando el hombro como centro de rotación en múltiples direcciones, que no exige impactar con potencia su objetivo.

Se requiere del empleo simultáneo de las herramientas manuales y de la utilización de sistemas de extinción que dependen de agua u otro retardante para conseguir eficientemente la extinción de incendio.

6. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Carencia de un sistema que garantice efectivamente la seguridad **del personal no profesional** en las labores de extinción de incendios en Santiago de Cali y los corregimientos aledaños.

7. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Aunque los Incendios Forestales son en su mayoría de origen antrópico, Santiago de Cali, es particularmente vulnerable a sufrir de este flagelo, por estar situado dentro de los valles interandinos, ya que ésta, es una zona donde convergen simultáneamente diferentes fenómenos naturales con la cobertura vegetal de la zona en los periodos secos (07), principalmente en el piedemonte del área rural que involucra toda la parte baja de las cuencas desde el río Aguacatal hasta el río Pance, que se caracteriza por las formaciones de bosque seco tropical (07), creando el ambiente propicio para la aparición de incendios forestales

Ante esta problemática que afecta no solo al valle del Cauca, sino a todo el territorio nacional, han surgido diferentes Decretos y Planes de acción que pretenden minimizar el impacto que estos incendios tienen sobre la fauna, la flora, los suelos, el aire, las personas y sus bienes materiales.

Se hace evidente entonces, la actual preocupación del estado sobre los nocivos efectos que los incendios Forestales traen como consecuencia y se alienta tanto al sector publico como al privado a investigar y desarrollar campañas educativas, de prevención y mitigación.

Lamentablemente, a pesar de las campañas realizadas, los incendios aún se desatan (principalmente por la mano del hombre) trayendo consigo las consecuencias anteriormente mencionadas, por lo cual, se han creado por mandato gubernamental diferentes organismos como las brigadas forestales, que están preparadas para controlar y extinguir los incendios, dotados de herramientas elementales y protección personal adecuada para su labor, sin embargo, la dotación del personal trae consigo otros inconvenientes que no son considerados.

Algunas de las herramientas de dotación cumplen con varias funciones, pero requieren de herramientas complementarias para cumplir con todos los objetivos que exige el control, lo que plantea un problema: la necesidad de transportar y disponer de más herramientas en el incendio.

Necesariamente se debe renunciar a una de las manos, que es destinada únicamente al transporte de la herramienta cuando el vehiculo no puede acceder hasta el lugar de la conflagración. Es una situación peligrosa en terrenos con demasiada inclinación o terrenos escarpados de difícil acceso, principalmente para quienes no tienen experiencia.

Los equipos de protección empleados protegen eficazmente de la radiación del fuego, de la inhalación de gases producto de la combustión, de quemaduras, del ataque de algunos animales e insectos, sin embargo, el conjunto de prendas requeridas y las exigentes actividades realizadas, aumentan la temperatura central del cuerpo, evitan la adecuada evaporación del sudor y aceleran la deshidratación del cuerpo, lo que pone es riesgo a los miembros de la brigada y en especial a aquellos que no están habituados a trabajar bajo estas condiciones.

El proyecto pretende entonces mejorar la dotación de los organismos encargados de la atención de incendios forestales salvaguardando eficazmente su salud y mejorando su rendimiento, principalmente la del personal de apoyo cuya ayuda es solicitada en los incendios más grandes que son potencialmente más peligrosos.

8. OBJETIVOS

Objetivo General:

Optimizar el sistema de seguridad personal empleado por los organismos de control de incendios forestales en Santiago de Cali y corregimientos aledaños.

Objetivos Específicos:

- Aumentar el rendimiento del personal.
- Minimizar los riesgos que implica trabajar en altas temperaturas.
- Desarrollar las características necesarias para comprender fácilmente las operaciones de uso del sistema.

9. CONCEPTO DE DISEÑO

Producción Seriada adaptable a diferentes situaciones y de fácil empleo

Estos conceptos permitirán la implementación del sistema en otras partes del País, lo que reduciría paulatinamente los costos al existir una demanda mayor.

Su adaptabilidad a otros entornos le abrirá las puertas incluso a un mercado internacional en pro no solo de la economía sino de la naturaleza y la salud de los brigadistas.

Las características de las herramientas a nivel internacional son semejantes a las de Santiago de Cali y Colombia por lo que un sistema de fácil empleo como el actual tendrá mayor aceptación entre los usuarios de otros países.

10. REQUERIMIENTOS Y DETERMINANTES

Requerimientos de uso

- El usuario debe haber recibido entrenamiento acerca del control de incendios forestales.
- El sistema debe ser ergonómico.
- El sistema debe proteger al personal de las altas temperaturas.

Determinantes de uso.

- El equipo transportado por el usuario debe pesar menos de 10 Kg.
- Los filos y bordes deben estar protegidos mientras no estén en uso.
- El sistema debe adaptarse a diferentes percentiles.

Requerimientos de Función

- El equipo empleado debe ser portátil.
- El sistema debe funcionar en todas las condiciones topográficas.
- El equipo debe cumplir efectivamente con todas las funciones desempeñadas por las herramientas manuales.

Determinantes de Función

- Debe evitarse el uso de combustibles en operaciones diferentes a los cortafuegos y el uso de motosierras.
- El tiempo empleado actualmente en las operaciones debe ser igual o menor al actual.

Requerimientos Estructurales

- El sistema debe ser visible en ambientes que disminuyan la visibilidad.
- El sistema debe ser resistente al impacto.
- El sistema debe soportar altas temperaturas
- El sistema debe soportar las condiciones de intemperie.
- El sistema debe ser resistente al choque térmico

Determinantes Estructurales

- El número de componentes del sistema debe ser inferior al existente.
- los materiales de los componentes del sistema deben ser ignífugos.
- La energía requerida por el sistema debe ser mínima.

Requerimientos Técnico Productivos

- Su producción debe ser netamente producción nacional
- El sistema debe poder ser transportados en los actuales sistemas de desplazamiento

Requerimientos Formales

- El sistema debe emplear un lenguaje.
- Los elementos del sistema deben corresponder formalmente a la función que desempeñan.

Determinantes Formales

- Debe existir correspondencia formal entre los elementos del sistema.

11. DESARROLLO DEL PROYECTO

Equipo Auxiliar para Extinción de Incendios Forestales

Actualmente, las cuadrillas forestales combaten en promedio 10 incendios forestales por día, y a pesar de contar con los medios de transporte, los sistemas de protección personal, la experiencia, las comunicaciones, no se cuenta con los recursos humanos suficientes para una emergencia mayor, por lo que en algunos casos el comité local de emergencias solicita apoyo de otras instituciones del gobierno (personal no profesional)

El personal profesional, tiene contacto diario con actividades de extremo calor en donde el trabajo físico requerido es elevado, por lo que el cuerpo desarrolla tolerancia a estas condiciones y puede enfrentar los riesgos que esto acarrea con mayor seguridad, sin embargo, el personal no profesional no.

Durante la investigación se determinó que la experiencia física y mental es de vital importancia al combatir los incendios forestales, haciendo que el personal no profesional sea el más expuesto a los peligros durante los controles, a esto se suma el hecho de que su ayuda es solicitada generalmente en los incendios de gran magnitud que son proporcionalmente más peligrosos.

La seguridad del personal no profesional se trabaja desde 2 puntos, primero, el riesgo que representa el transporte y uso de una herramienta grande en terrenos poco predecibles para un individuo sin experiencia y segundo, el riesgo presente al someter el cuerpo humano a elevadas temperaturas, actividad física agotadora y una topografía irregular simultáneamente.

El equipo desarrollado pretende aumentar el rendimiento del personal profesional y no profesional, sin embargo, los beneficios para este último y las zonas afectadas son mayores.

El **Equipo Auxiliar para Extinción de Incendios Forestales** está compuesto por dos módulos que son, el **Modulo Multifuncional de Control de Incendios** (imagen A) y el **Modulo de Carga y Ventilación Corporal** (imagen B). La implementación de este equipo dentro las instituciones que participan en el control de incendios, requerirá de una sencilla capacitación, viable desde el punto de vista de los beneficios que trae el uso de los módulos, para conseguir una óptima adaptación del equipo a las estrategias existentes y de este modo asegurar la aceptación por parte del usuario.

Imagen A

MODULO MULTIFUNCIONAL de CONTROL de INCENDIOS



Compuesto por cuatro piezas
 -Adaptador
 -Hoja Arastre y Contención
 -Hoja de Corte
 -Sofocador

Compuesto por:
 -Protector Pectoral
 -Porta-herramientas
 -Sistema de Ventilación



Imagen B

MODULO de CARGA y VENTILACIÓN

11.1. MÓDULO MULTIFUNCIONAL de CONTROL de INCENDIOS (MMC)

Uno de los principios básicos de una herramienta empleada en el control de incendios es que debe ser multifuncional, el MMC se convierte entonces en la máxima expresión de multifuncionabilidad dentro de los límites de las tareas a desarrollar.

Las cinco diferentes configuraciones favorecen la correcta dinámica de movimientos requeridos para cumplir con las funciones deseadas con un gasto mínimo de energía y un máximo de eficiencia. Estas configuraciones son: de talado, de dragado, de arrastre, para sofocar y de corte ligero (ver imagen A).

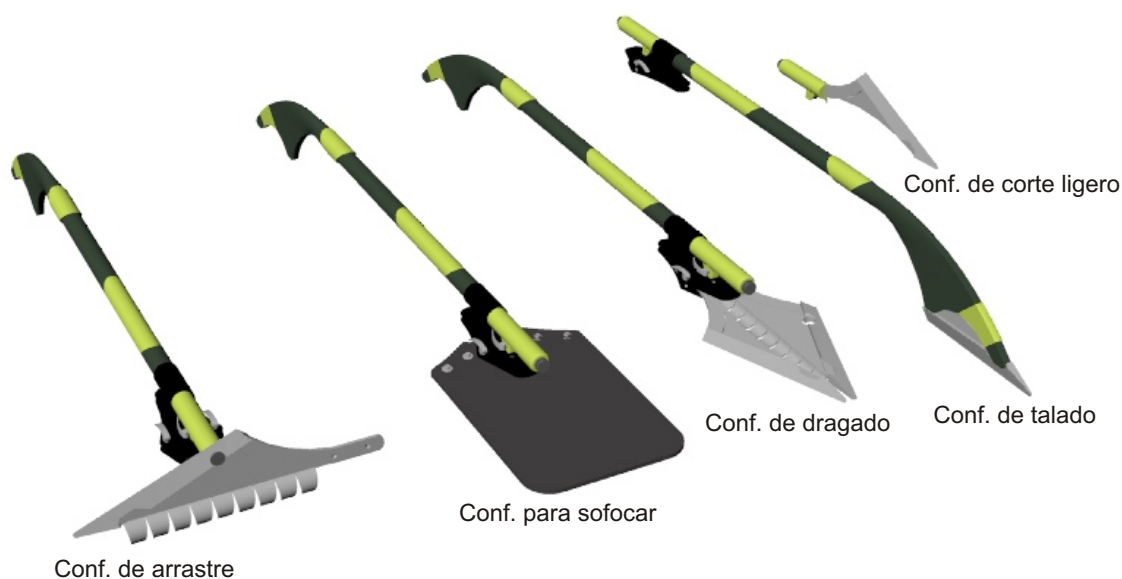


Imagen A Configuraciones del MMC

Ventajas del MMC

Una herramienta con la capacidad de adaptarse a las diferentes tareas requeridas durante el control de incendios, brinda al personal una herramienta adecuada en el momento preciso, sin necesidad de regresar al vehículo de transporte por otra. El retorno al vehículo se traduce en tiempo y consumo de energía que a su vez dependerá de la distancia que deba recorrer el personal para llegar a él.

Cuando el personal se encuentra dentro del vehículo, algunas de las herramientas son apiladas en el suelo; por tratarse de un vehículo de emergencia debe desplazarse a gran velocidad, a veces sobre caminos escarpados; en caso de presentarse un accidente que involucre el giro del vehículo sobre un eje horizontal, las herramientas pueden elevarse y caer sobre el personal aumentando el riesgo de lesiones.

El MMC ahorra espacio dentro del vehículo que puede ser utilizado por ejemplo para el transporte de heridos y evita además la necesidad de transportar herramientas extra.

Si uno de los miembros de la brigada pierde el equilibrio durante el desplazamiento hacia el incendio, cuenta con las dos manos para apoyarse o sujetarse, o bien utilizar el adaptador (*ver 11.1.1. mango principal del MMC*) como barra de apoyo de forma segura; además, con una herramienta convencional se corre el riesgo de caer sobre ella aumentando las probabilidades de salir lesionado, o lanzar la herramienta al abrirlos brazos, de modo que pueda caer sobre un compañero y causar un accidente.

11.1.1. Partes del MMC

a) Adaptador: Es empleado como vara de apoyo personal cuando hay que superar terrenos escarpados, de lo contrario cuenta con una banda que permite su traslado en la parte posterior del porta herramientas (*ver 11.2. Modulo de carga y ventilación corporal*) dejando libres las manos. Ya en el área de la conflagración, se articula con otros elementos del módulo para cumplir con una función específica.

Su diseño es adecuado para diferentes percentiles. La disposición de los colores utilizados permite el fácil reconocimiento de la pieza y de su usuario en un medio de poca visibilidad.

El sistema de ajuste empleado, consiste en una serie de tornillos cuya cabeza genera presión sobre las piezas una vez que se cierra. (Imagen A)

Esta compuesto por tres piezas,

a) Un tubo central con una cubierta de elastómero (Imagen B) que le brinda propiedades antideslizantes aun con guantes. Producido en plastifique inyectado con aditivos retardantes a la llama y con mayor resistencia a la humedad que los mangos en madera de las herramientas tradicionales.



Imagen A Bloqueador para silla

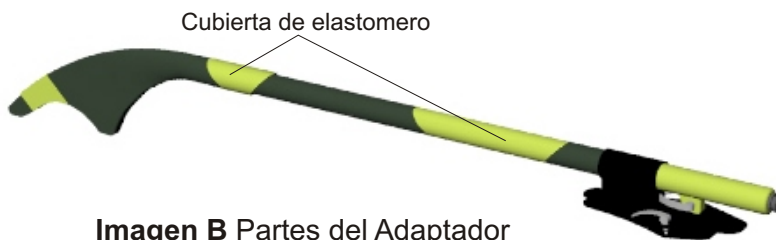


Imagen B Partes del Adaptador



En el diseño del adaptador se tuvo en cuenta las diferentes dinámicas de movimiento requeridas en las diferentes configuraciones, lo que condiciona la ubicación de las superficies antideslizantes que sirven simultáneamente de referencia visual para el correcto uso del MMC por parte del usuario, sin importar a que percentil corresponda.

Impacto firme vertical: es usado en la configuración de talado, se aprovecha la longitud de la pieza para maximizar la potencia del golpe y su penetración en elementos leñosos.

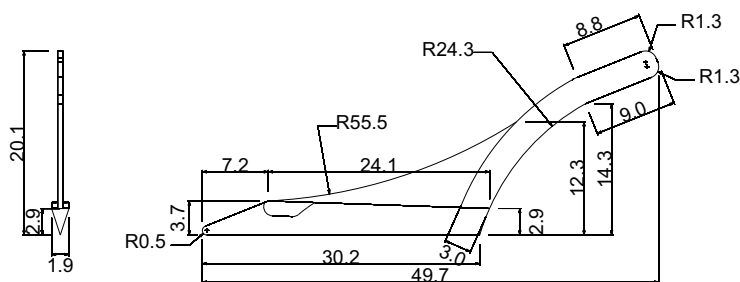
Impacto firme Horizontal: es usado también en la configuración de talado, sin embargo, por las características del golpe requerido la disposición de las manos en la herramienta debe ser diferente.

Izado y Tracción: sirve indistintamente para las configuraciones (ver 11.1.2. configuraciones del MMC) de arrastre, de dragado, para sofocar y de marcha.

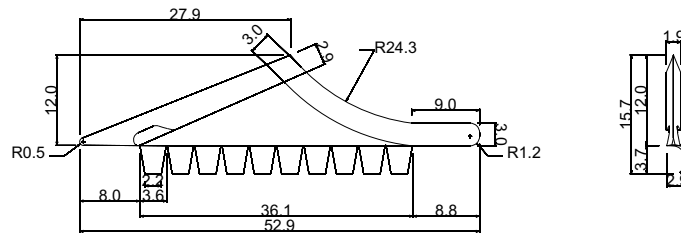
b) Hoja de corte multi-funcional (imagen A), para efectuar cortes profundos en elementos leñosos, despejar zonas de material combustible ligero, para las operaciones de dragado y para raspar la corteza de los árboles, la punta redondeada minimiza el riesgo de heridas por penetración corto-punzante, el hecho de que los puntos de unión con el adaptador no sean perforaciones evita que el metal se fatigue por los continuos impactos a los que es sometida la herramienta, el perfil rómbico no permite que la hoja se flecte. Este componente es producido por fundición de metal (Plano A).



Imagen A Hoja de Corte

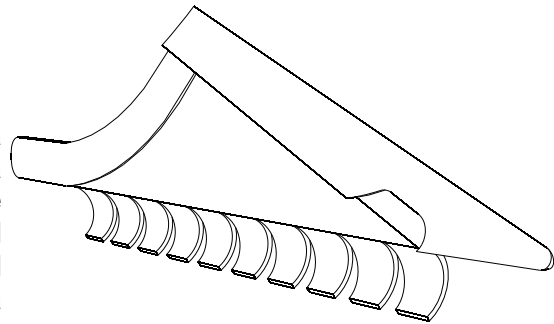


Plano A dimensiones Hoja de Corte



c) Hoja arrastre y contención

Según su configuración es empleada como elemento de contención de tierra socavada o para despejar un área de material inflamable como hojas secas, el hecho de que los puntos de unión con el adaptador no sean perforaciones evita que el metal se fatigue por los continuos impactos a los que es sometida la herramienta. Este componente es producido por fundición de metal y un proceso posterior para conseguir la curvatura de sus dientes (imagen A).



Plano A Dimensiones Hoja de Arrastre

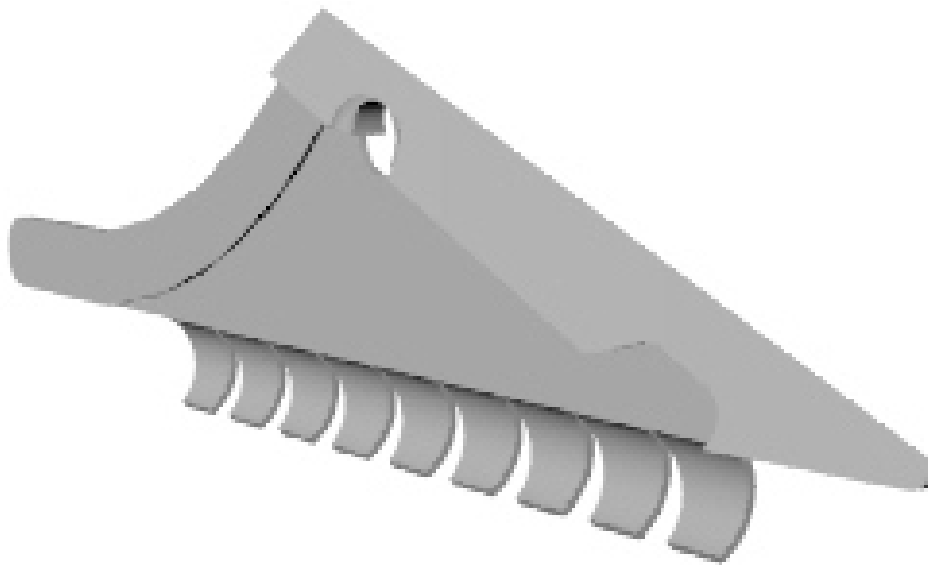
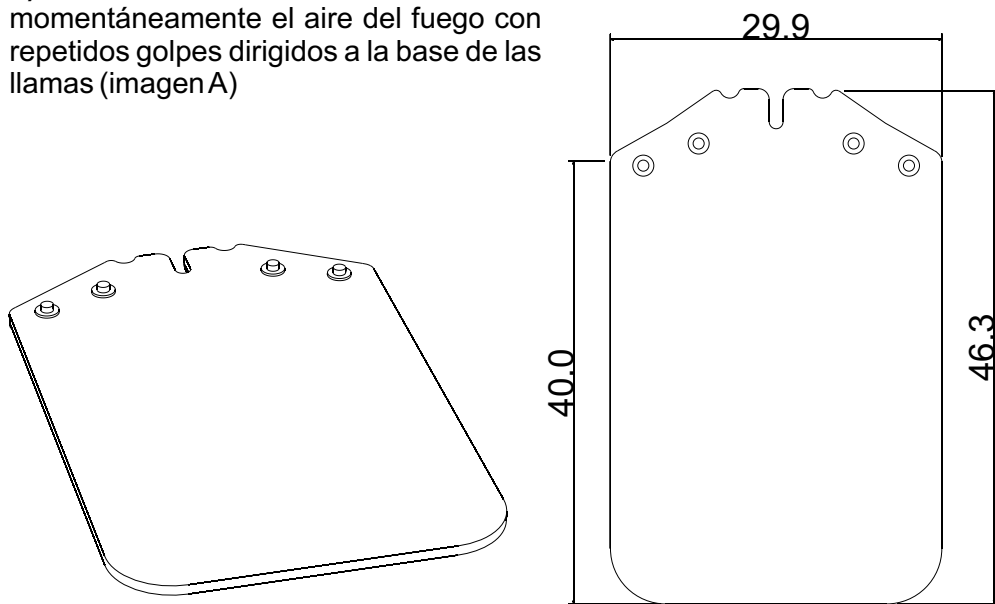


Imagen A Hoja de arrastre y Contención

d) Sofocador: Su función es la de aislar momentáneamente el aire del fuego con repetidos golpes dirigidos a la base de las llamas (imagen A)



Plano A Dimensiones Sofocador



11.1.2. Configuraciones del MMC

Las siguientes configuraciones surgen como resultado del análisis de las actividades desempeñadas por las herramientas manuales empleadas actualmente en el control de incendios.

Estas configuraciones favorecen la correcta dinámica de movimientos requeridos para cumplir con las funciones deseadas con un gasto mínimo de energía y un máximo de eficiencia y son:

- a) Configuración de corte ligero.
- b) Configuración de talado.
- c) Configuración de dragado.
- d) Configuración de arrastre.
- e) Configuración para Sofocar.

a) Configuración de Corte Ligero

Esta configuración permite despejar áreas de combustibles ligeros, y requiere de la hoja de corte y el mango auxiliar. Su movimiento dinámico es el de Impacto ligero (Imagen A).

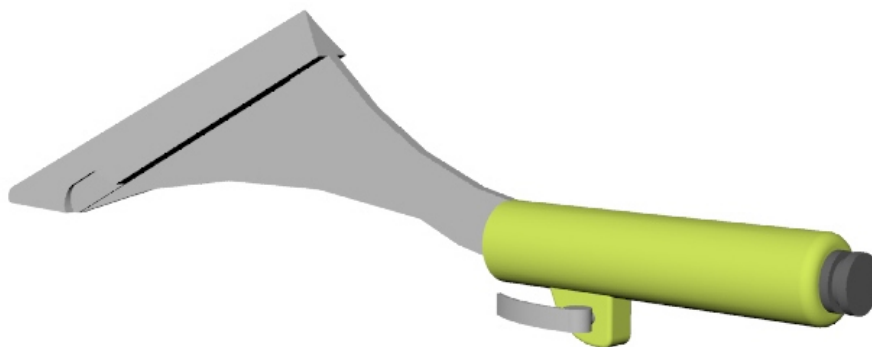
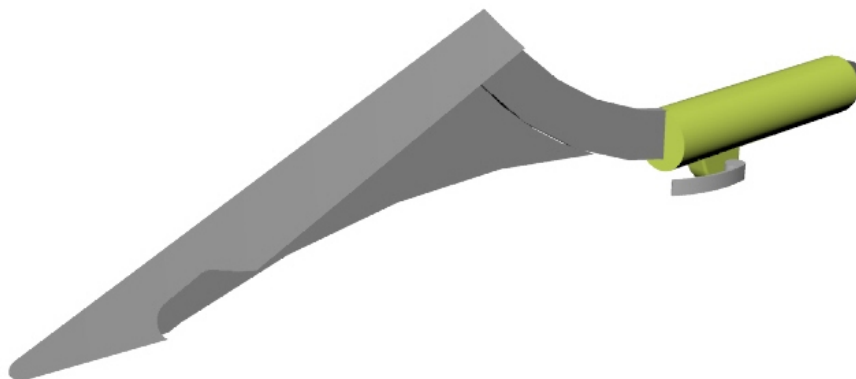


Imagen A Configuración de Corte Ligero



b) Configuración de talado

El peso con relación a herramientas de impacto como el Pulasky es menor, sin embargo, esta falencia es compensada aumentando la distancia entre el usuario y la pieza de impacto, aumentando finalmente la velocidad del golpe. Requiere del adaptador y la hoja de corte. Su dinámica de movimiento corresponde al barrido de impacto firme vertical e impacto firme horizontal (imagen A).



Imagen A Configuración de Talado

c) Configuración de dragado

A partir de aquí, es necesario emplear el accesorio metálico del adaptador destinado para los barridos de izado y tracción. La configuración de dragado cumple con las funciones de

La pala y la pica, mediante los barridos de izado y tracción, y un movimiento adicional que consiste en impactar la herramienta contra el suelo pero con un movimiento lineal y no rotativo. La configuración de dragado requiere del adaptador, la hoja de corte y la hoja de arrastre (Imagen A).

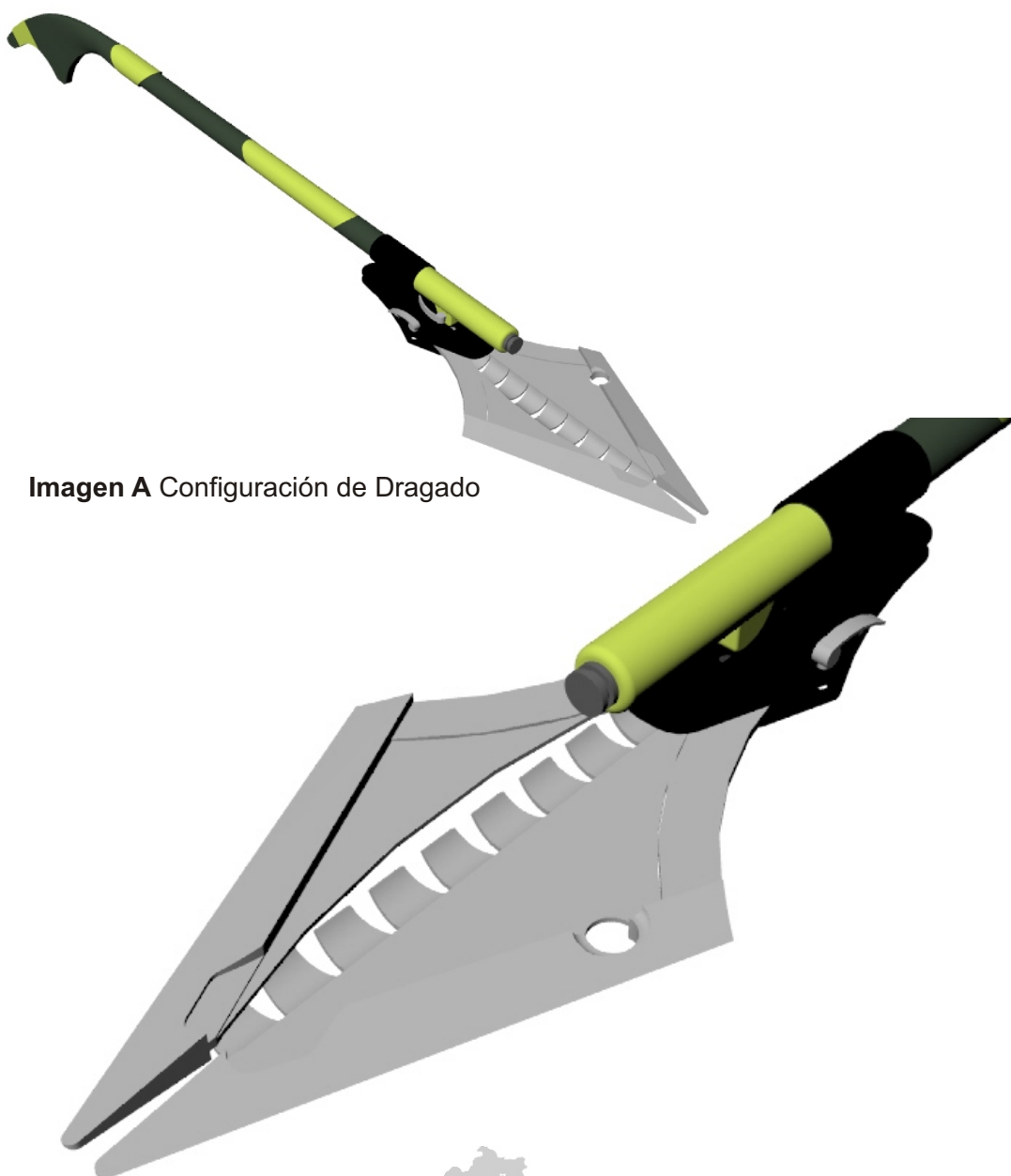


Imagen A Configuración de Dragado

d) Configuración de arrastre

Es la configuración para remover tizones y despejar los residuos de la construcción de líneas de defensa. Se usa como actualmente es usado un rastrillo forestal y para conseguir esta configuración se necesita del adaptador y la hoja de arrastre (Imagen A).

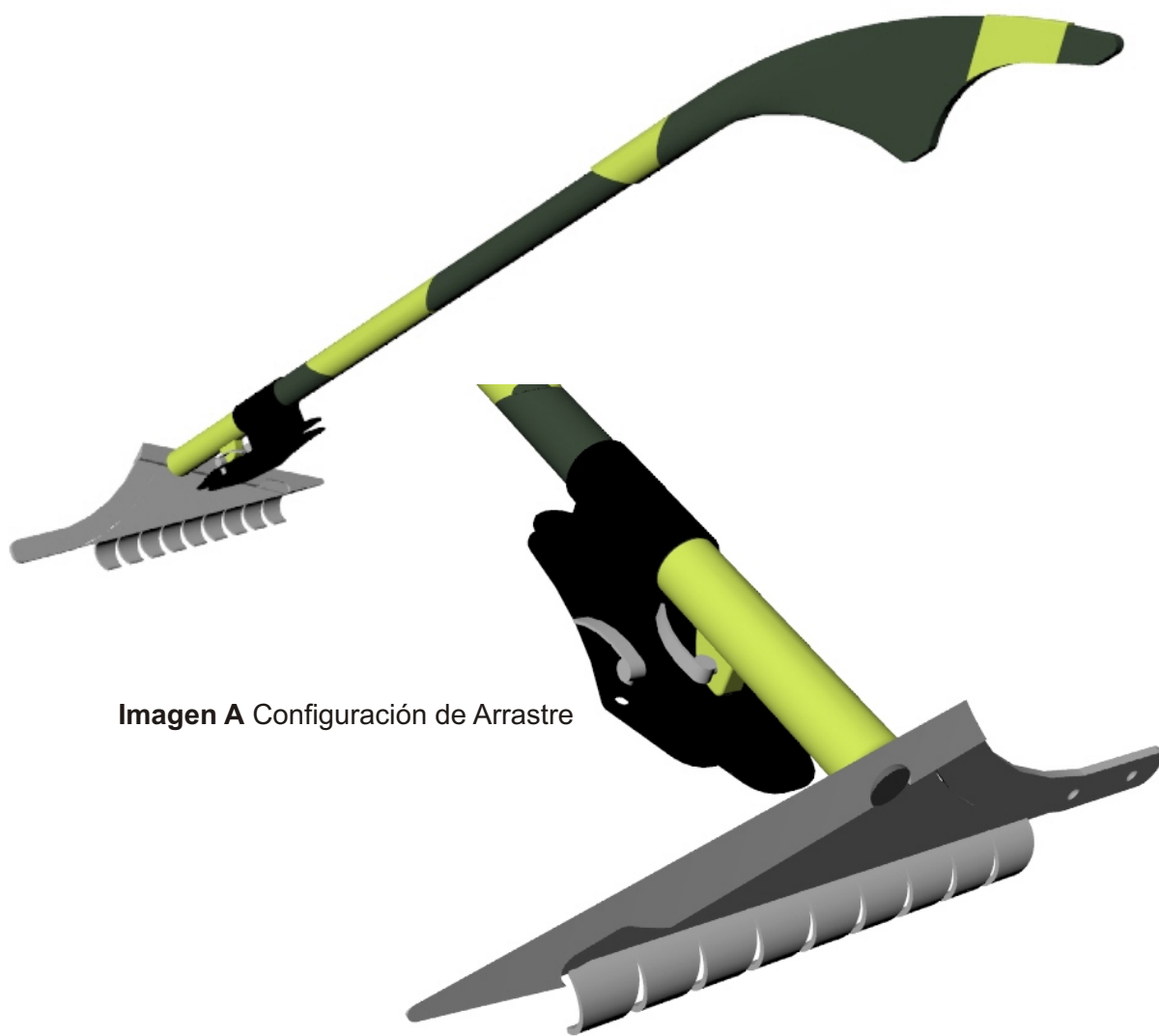


Imagen A Configuración de Arrastre

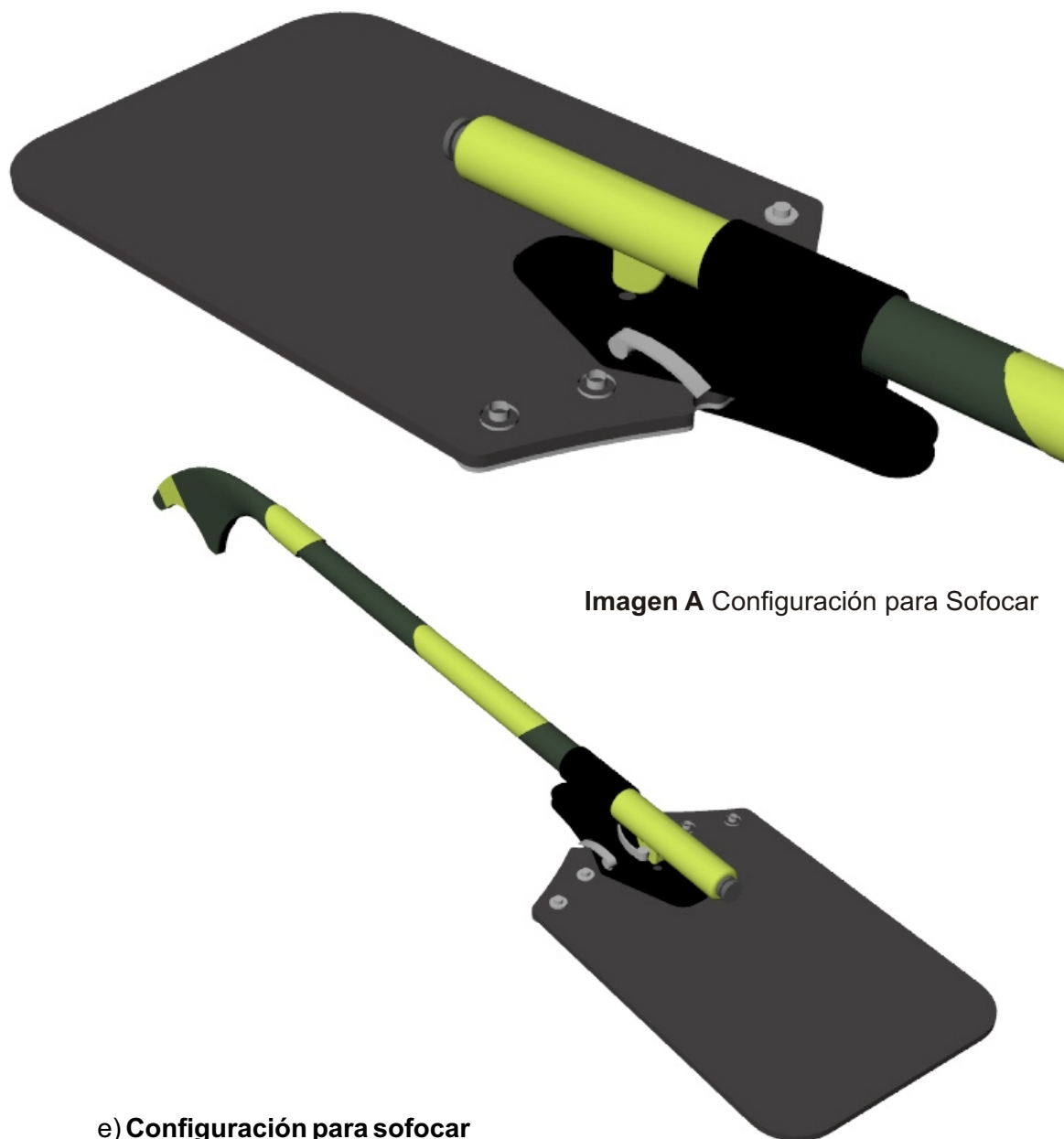


Imagen A Configuración para Sofocar

e) Configuración para sofocar

Al ensamblar la herramienta en esta configuración se obtiene una herramienta con las mismas características y efectividad de un bate-fuegos por lo que el barrido requerido no difiere del usual (imagen A).

11.2 MODULO DE CARGA Y VENTILACIÓN CORPORAL (MCV)

Una maleta para acampar esta diseñada para transportar una gran cantidad de carga cómodamente mientras se camina, la carga del MCV es más compacta, liviana, y debe considerar el desplazamiento rápido del usuario en situaciones de emergencia(imagen A).

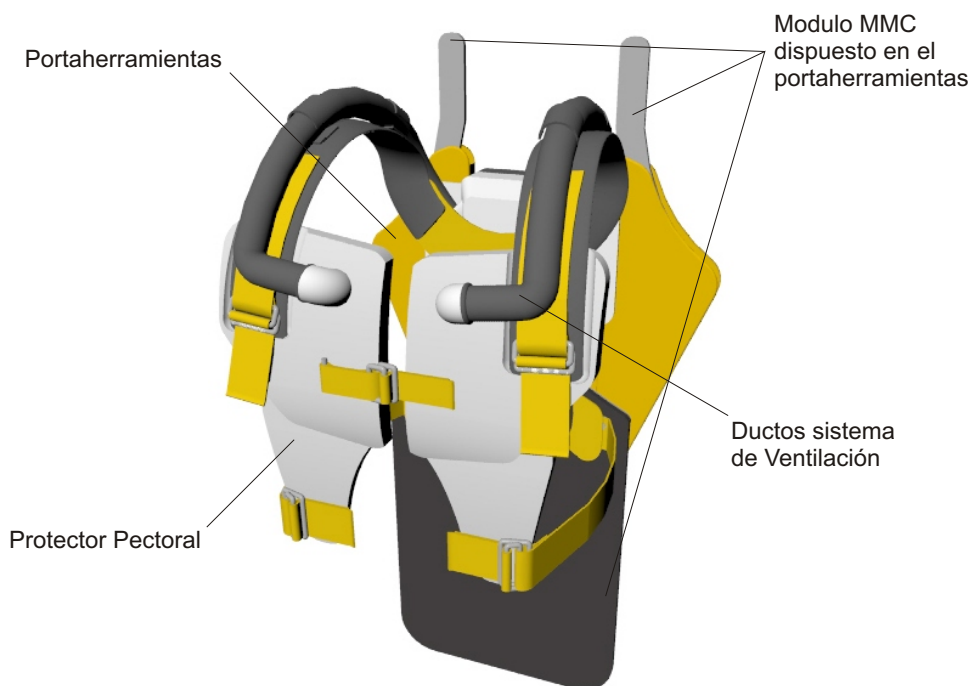
El equipo se ubica en gran medida dentro de las dimensiones de la caja torácica, lo que brinda mayor libertad al cuerpo durante el desplazamiento.

No se pretende reemplazar el equipo de protección actual sino disminuir los riesgos producidos por la elevación de la temperatura central del cuerpo debido a altas temperaturas.

Al transportar el MMC en el espaldar, se liberan las manos y estas se pueden usar en funciones distintas al transporte de herramientas.

El desarrollo del proyecto puede influir positivamente en el modo en el que se trabaja actualmente, si se tiene en cuenta que para un optimo desempeño del personal, se debe trabajar en parejas, lo que fomenta el trabajo en equipo entre los miembros de la brigada y hace posible la supervisión constante de la situación en la que se encuentra cada miembro de la brigada.

Imagen A Modulo de Carga y Ventilación Corporal



Porta herramienta Diseñado pensando principalmente en la transpiración corporal y en optimizar la capacidad de carga del usuario. Se procura entonces reducir considerablemente su peso y tamaño. Las aberturas no solo reducen peso sino que permiten la transpiración de la espalda (Imagen A).

Hombreras anatómicas.
Se adaptarán a la forma de la espalda-hombro-torax reduciendo el apoyo indirecto de las hombreras sobre el cuello

Grapas ducto de ventilación
Mantienen los ductos en una posición adecuada

Rejilla de ventilación

Ajuste lateral.
Este cinturón mantendrá ceñido el módulo al cuerpo evitando que este salte al caminar

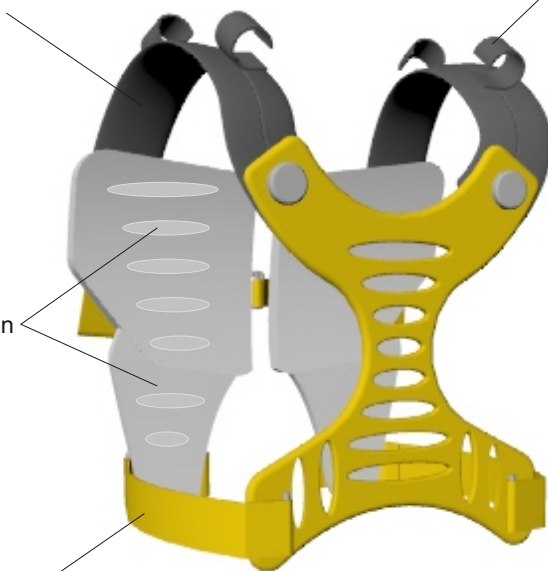


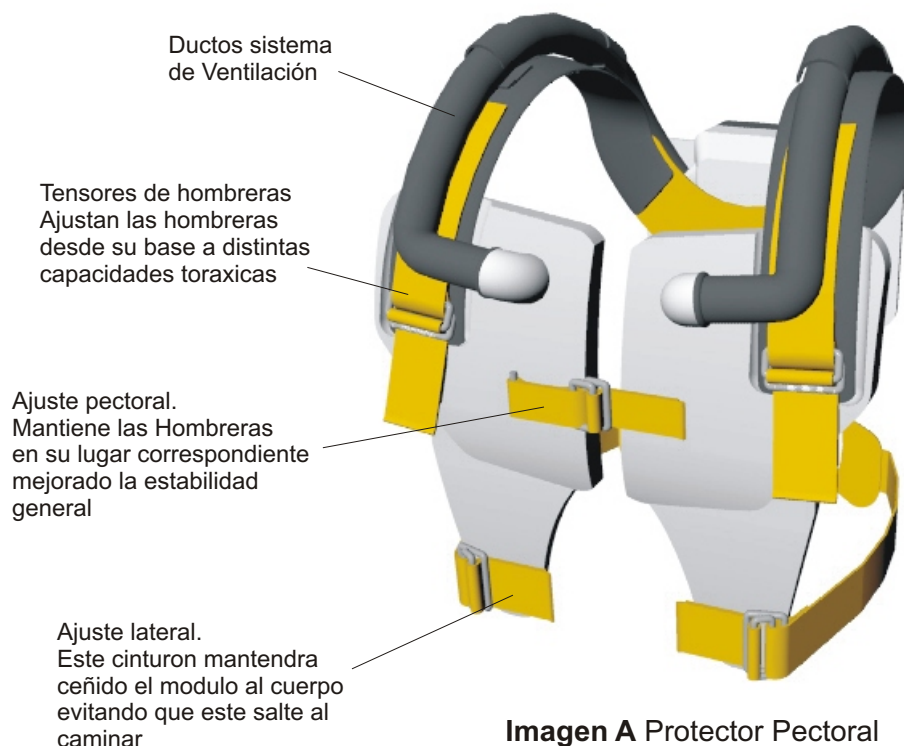
Imagen A Portaherramientas

Protector Pectoral cuenta internamente con una cavidad con aberturas para dirigir el aire hacia el cuerpo del usuario (imagen A). La circulación de aire proveniente de un ventilador que se adapta al portaherramientas

El mejor traje para contrarrestar la radiación es la distancia. No se trata de someter al personal a distancias poco seguras sino de aumentar su propio rendimiento y disminuir el riesgo de enfermedades producidas por exceso de calor, a partir de la disminución de la temperatura central del cuerpo.

No es un traje de protección térmica a las llamas o a la transmisión del calor, sino un equipo que evita el aumento de la temperatura central del cuerpo por medio de la circulación de aire.

Los sistemas de ajuste hacen posible la adaptación del MCV a diferentes tamaños.



Sistema de Ventilación: ya que la posición del usuario es generalmente de frente al incendio, el ventilador se ubica en la parte posterior, donde el ambiente no es irradiado directamente por las llamas y se puede contar con un suministro de aire fresco que es transferido por los ductos en las correas, hasta el protector pectoral, donde es distribuido uniformemente sobre el torso (imagen A).

Crea una capa de aire circulante entre el usuario y el protector pectoral, por lo que la temperatura alcanzada por este ultimo, no será transmitida al usuario. La irrigación de aire sobre el torso facilita el proceso de evaporación del sudor y mantiene la temperatura central del cuerpo en parámetros aceptables (max. 38°C) reduciendo los riesgos de un sobrecalentamiento corporal.

Los ductos tienen un diámetro de 1 ¼", adecuado para evitar la pérdida de aire por resistencia, (según pruebas realizadas), de modo que la corriente circula libremente hasta el protector pectoral.

La batería recargable de 5amp -12 V y el ventilador de 12V con un consumo de 0.6amp/h, proveen al sistema de una autonomía 8.3h, garantizando su funcionamiento en largas jornadas de trabajo. En caso de ser necesario, la batería puede ser reemplazada en el lugar de la conflagración, siempre que exista un suministro en el vehículo contra incendios. Una vez completada la misión la batería es retirada y puesta a recargar (imagen B).

La totalidad del sistema también sugiere la implementación de coderas y rodilleras

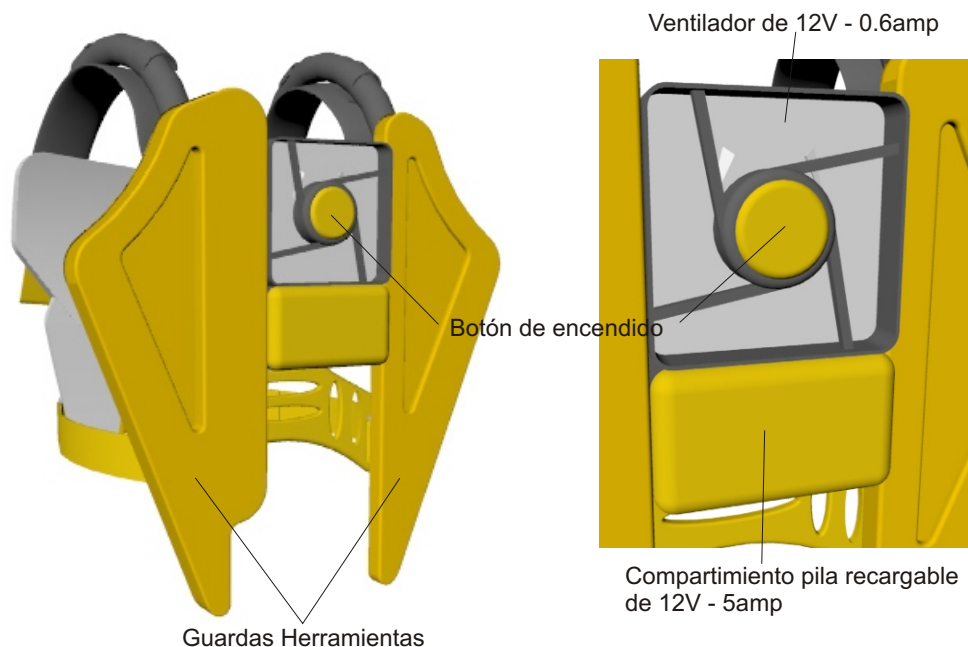


Imagen A Sistema de ventilación

Imagen B Detalle sistema de Ventilación

12. COSTOS

Precio aproximado para una unidad

Equipo de ventilación 205000

Pila	48000
Cargador	80000
Equipo de Ventilación fabricado en plastifique	77000

M M C 390000

Hola de arrastre en acero rápido	130000
Hoja de corte en acero rapido	120000
Sofocador	30000
Adaptador en plastifique y Accesorios	110000

M C V 132000

Incluye Protector pectoral Portaherramientas y Accesorios	132000
--	--------

TOTAL 727000

12. COSTOS



BIBLIOGRAFÍA

-01 PLAN NACIONAL DE PREVENCIÓN, CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES Y RESTAURACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS. Preparado por la Comisión Nacional Asesora para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Republica de Colombia. Diciembre 12 de 2002.

-02 CURSO PARA BOMBEROS FORESTALES (Manual del Participante), Segunda Versión Enero del 2001 USAID Oficina de Asistencia para Desastres en América Latina y el Caribe.

-03 "TÉCNICAS PARA DEFENSA CONTRA INCENDIOS FORESTALES"
Monografía 24 del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Agricultura de España.

-04 "INJURIA POR CALOR DURANTE LA ACTIVIDAD FÍSICA". DR. RONALD E. SANCHEZ SEGOVIA Especialista en Fisiología Médica (Fisiología Ocupacional, Fisiología de la Audición y Pulmonar)
<http://www.grupoese.com.ni/1999/bmedica/ed18/higiene18.htm>

-05 "MORTALIDAD ATRIBUIDA A CALOR EN LOS ESTADOS UNIDOS"
<http://desastres.cies.edu.ni/PDF/pdf/spa/doc12845/doc12845.pdf>

-06 "ACTIVIDAD FÍSICA EN EL CALOR: TERMORREGULACIÓN E HIDRATACIÓN"
Documento de Apoyo para la Declaración de Consenso, México DF., Febrero de 1999 <http://www.gssiweb.com/reflib/refs/230/termorregulacion.cfm?pid=64&CFID=859161&CFTOKEN=13244825>

-07 "PORCENTAJE NORMAL DE GRASA CORPORAL"
<http://www.solomujeres.com/Peso/bodyfat.html>

-08 "DIETA DE LA MUJER DEPORTISTA"
<http://usuarios.lycos.es/mujerydeporte/salud.htm#dieta>

-09 "PRINCIPIOS DE BIOMECÁNICA" PROF. EDGAR LOPATEGUI CORSINO M.A., Fisiología del Ejercicio Universidad Interamericana de PR - Metro, Facultad de Educación, Dept. de Educación Física.
http://www.urosario.edu.co/FASE1/rehabilitacion/pregrado_fisioterapia.htm

-10 "PARA TRANSPORTAR MOCHILAS"
http://www.grupohuellas.com/para_transportar.htm

-11 "EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA HACER FRENTE A LAS EMERGENCIAS QUÍMICAS" Helvio Aventurato, CETESB Marco Antonio José Lainha, CETESB http://www.disaster-info.net/quimicos/index_folder/word_html/15/15.html



-12 "NTP 228: CASCOS DE PROTECCIÓN: GUÍAS PARA LA ELECCIÓN, USO Y MANTENIMIENTO" http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_228.htm

-13 "MEDICINA LABORAL, FISIOLÓGIA DEL ESTRES I, II, III" Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=89>

-14 "PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL". MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL www.cali.gov.co/publico2/pot/documentos/presentacion.pdf

-15 "PLAN NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTINGENCIA PARA EL MANEJO DE LOS EFECTOS DEL EVENTO DEL PACÍFICO". Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Ministerio del Interior.

-16 "ROPA DE PROTECCIÓN". http://www.cloralottowoessner.com/normativa/norm_08.html

-17 DECRETO No 2762 DEL 31 de DICIEMBRE DE 1973. Ministerio de Agricultura, Republica de Colombia

FUENTES

Capitán Jairo Soto Dpto de Gestión Ambiental, Cuerpo de Bomberos Voluntarios
Cabo Fernando Joel Moreno. Escuela Interamericana de Bomberos
Brigadista Forestal Leydi Giraldo. Jefe de Cuadrilla.

INDICE

GLOSARIO	02
RESUMEN	04
1. INTRODUCCIÓN	05
2. MARCO CONCEPTUAL	06
2.1. Fuego	06
2.2. Formas de transmisión de Calor	07
2.3. Incendio Foresta	08
2.4. Triada	08
2.4.1. Combustible	08
2.4.2. Clima	10
2.4.3. Topografía	10
2.5. Tipos de Incendio Forestal	10
2.6. Formas y Partes de un Incendio Forestal	11
2.7. Programa contra Incendios Forestales	13
2.7.1. Información y Educación.	13
2.7.2. Prevención y Mitigación.	13
2.7.3. Control de Incendios Forestales	15
2.7.4. Liquidación y análisis de causas.	15
2.8. Control de incendios Forestales	17
2.8.1. Vigilancia y detección	17
2.8.2. Reconocimiento y Evaluación	18
2.8.3. Ataque y Control	18
2.9. Herramientas empleadas en el control de incendios	19
2.10. Métodos de ataque y Control	25
2.10.1. Ataque directo y líneas de defensa	25
2.10.2. Ataque indirecto	27
2.11. Peligros presentes en las operaciones de control.	29
3. USUARIO	31
4. CONTEXTO	34
5. CONCLUSIONES	40
6. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	42
7. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	43
8. OBJETIVOS	45
9. CONCEPTO DE DISEÑO	46
10. REQUERIMIENTOS Y DETERMINANTES	47
11. DESARROLLO DEL PROYECTO	49
11.1. MÓDULO MULTIFUNCIONAL DE CONTROL DE INCENDIOS (MMC)	51
11.1.1. Partes del MMC	53
11.1.2. Configuraciones del MMC	58
11.2. MODULO DE CARGA Y VENTILACIÓN CORPORAL (MCV)	63
12. COSTOS	67
BIBLIOGRAFÍA	68
ÍNDICE	70
ANEXOS	71

ANEXOS

DOCUMENTO ANEXO 1

INJURIA POR CALOR DURANTE LA ACTIVIDAD FÍSICA". DR. RONALD E. SANCHEZ SEGOVIA Especialista en Fisiología Médica (Fisiología Ocupacional, Fisiología de la Audición y Pulmonar)

<http://www.grupoese.com.ni/1999/bmedica/ed18/higiene18.htm>

1. CALAMBRES POR CALOR: Debido por desbalance de sodio y potasio en las células musculares, provocado por grandes pérdidas de líquidos por el proceso de sudoración.

2. RASH POR CALOR: o calor picante, es una condición benigna caracterizada por la sensación de picazón (prurito) en la piel durante la sudoración.

3. DESHIDRATACION: Señales tempranas de deshidratación son: producción urinaria disminuida, letargia, ansiedad e irritabilidad. Frecuencia cardíaca elevada y alta temperatura central pueden estar presentes.

4. DEPLECION DE SAL: Ocurre cuando los líquidos son reemplazados de manera adecuada, no siendo así con los electrolitos (en ejercicio o trabajo en calor la pérdida de sal por el sudor puede ser de 15-20 gr. ó más, la dieta normal contiene 10 grs., es sólo cuestión de días para que se desarrolle una depleción de sal; Profilaxis: Incremento del contenido de sal en los alimentos o tomando soluciones electrolíticas diluidas.

La Depleción de Sal moderada o severa debe recibir tratamiento médico.

5. EXHAUSTACION POR CALOR: Es una condición potencialmente seria, durante la actividad física por: incremento del calor metabólico (por actividad física), deshidratación y depleción de sal secundaria a la sudoración. Puede progresar a...

6. GOLPE DE CALOR (HEAT STROKE): Afecta a individuos que tienen altas temperaturas centrales (aprox. 40°C).

Estos fenómenos o manifestaciones pueden expresarse en trabajadores cuya plaza de trabajo constituye un ambiente con condiciones técnicas estresantes: trabajadores operadores de calderas, trabajadores que laboran en fundiciones y aquellos que laboran al aire libre y bajo el sol.

ACCLIMATIZACION

La capacidad de tolerar y hacer ejercicio (trabajo) en el calor se eleva con exposiciones repetidas a ambientes calientes. Esa adaptación se conoce como "aclimatización al calor".

MECANISMOS FISIOLÓGICOS

1. Incremento del volumen plasmático.



2. La sudoración comienza a temperaturas centrales y de la piel más bajas.
3. La tasa de sudoración aumenta y puede ser sostenida por largos periodos de tiempo.
4. La sudoración es distribuida de manera más efectiva en la superficie corporal.
5. La concentración de sodio en el sudor disminuye.
6. El flujo cutáneo aumenta.
7. El gasto cardíaco es distribuido más efectivamente.

RESULTADOS DE LA ACLIMATIZACION (PARA UNA DETERMINADA CARGA FISICA Y DE CALOR)

1. Temperatura central reducida
2. Frecuencia cardiaca menor para una determinada carga física

NOTA:

1. EJERCICIO MODERADO (35 a 40% de VO₂max) en un ambiente caliente durante 1,5 a 2 hrs. diarias durante 8 ó más días consecutivos es usualmente suficiente para alcanzar la aclimatización.
2. La aclimatización se pierde rápidamente: Después de 2 días sin actividad física con exposición al calor: se observa disminución significativa de la tolerancia al calor. Así después de 3 semanas, la mayoría de los efectos beneficiosos de la aclimatización al calor se han perdido (IMPORTANTE: Recordar esto en aquellos trabajadores que por enfermedad o por otra causa han sido retirados de esa plaza de trabajo y luego son reintegrados).
3. Mujeres y hombres que están entrenados aeróbicamente y hacen ejercicio (laboran) de intensidad similar, pueden tolerar el estrés térmico de igual manera.

OTROS FACTORES A CONSIDERAR AL EVALUAR LA CAPACIDAD DEL INDIVIDUO DE TOLERAR CARGAS DE CALOR

1. Tamaño y grasa corporal: Individuos grandes con relativamente pequeña relación superficie corporal a masa corporal y gran porcentaje de grasa corporal son menos eficientes en manejar la carga de calor.
2. Estatus del entrenamiento aeróbico.
3. Estatus de la aclimatización.
4. Intensidad del ejercicio (trabajo) en relación a la capacidad máxima de trabajo individual.
5. Vestido (vestidos hechos de plásticos producen humedad relativa alta cerca de la piel e inhibe o previene el enfriamiento por evaporación).
6. Temperatura del suelo: Durante las últimas horas del verano el suelo es calentado por radiación solar y es más caliente que el aire que se encuentra

arriba de él. La temperatura de la superficie del suelo puede ser mayor si es de color oscuro.

DR. RONALD E. SANCHEZ SEGOVIA

Especialista en Fisiología Médica (Fisiología Ocupacional, Fisiología de la Audición y Pulmonar)

DOCUMENTO ANEXO 2

“ACTIVIDAD FÍSICA EN EL CALOR: TERMORREGULACIÓN E HIDRATACIÓN”

Documento de Apoyo para la Declaración de Consenso, México DF., Febrero de

1999
<http://www.gssiweb.org/reflib/refs/230/termorregulacion.cfm?pid=64&CFID=859161&CFTOKEN=13244825>

Actividad Física en el Calor: Termorregulación e Hidratación

Documento de Apoyo para la Declaración de Consenso, Mexico D.F., Febrero de 1999

Este documento no intenta ser una revisión científica completa, sino más bien una fuente útil de información. Si bien es cierto que está fundamentado en una revisión sólida y actualizada de los estudios publicados, la intención principal es brindar afirmaciones claras y recomendaciones prácticas que sean relevantes para la población de América Latina. Se sugiere al lector interesado que lea algunas excelentes revisiones recientes sobre este tema^{3,4,35,55,89}

Introducción.

La actividad física, sea o no estructurada, se ha convertido en un aspecto muy importante de la vida. Hoy día se reconoce ampliamente que la inactividad física (sedentarismo) es un factor de riesgo para las enfermedades crónicas y una amenaza a la calidad de vida^{12,24,65}. Millones de personas alrededor del mundo se ejercitan con regularidad para mejorar su salud, y millones más participan en deportes organizados. En América Latina, gran parte de esta actividad física se lleva a cabo en condiciones de calor y humedad, lo cual implica retos especiales para el cuerpo humano.

La gente que se ejercita en el calor enfrenta problemas potenciales como los males por calor y disminución del rendimiento. Durante la actividad física, los músculos generan gran cantidad de calor que debe disiparse hacia el ambiente o, de lo contrario, ocurrirá un aumento en la temperatura central del cuerpo. Esta producción de calor por los músculos es proporcional a la intensidad del trabajo, por lo cual tanto las actividades de corta duración y alta intensidad (como las carreras recreativas de 5 ó 10 km), como las de mayor duración y menor intensidad (p.ej. carreras de maratón) representan un riesgo. Los practicantes de deportes como el fútbol, con muchas carreras cortas repetidas por un rato prolongado, podrían estar especialmente en riesgo.

La sudoración es una respuesta fisiológica que intenta limitar el aumento en la temperatura central, colocando agua en la piel para su evaporación. Sin embargo, si esta pérdida de líquido no se compensa con ingesta de fluidos, habrá un deterioro en la regulación de la temperatura, el rendimiento, y posiblemente la salud. El reto, por lo tanto, es doble: disipar el exceso de calor hacia el ambiente de manera efectiva, y evitar llegar a un estado de hipohidratación.



Consecuencias del estrés por calor y la deshidratación.

La combinación de la actividad física con el estrés por calor representa un reto considerable para el sistema cardiovascular humano. Además, siempre que la pérdida de líquido por sudoración es más rápida que la reposición de fluido, el individuo está en un proceso de deshidratación. La hipohidratación perjudica muchas variables fisiológicas durante el ejercicio. La consecuencia directa de la hipohidratación combinada con el estrés por calor es un rendimiento físico disminuido, como resultado de la incapacidad del sistema cardiovascular de mantener el mismo gasto cardíaco³¹. Esta caída es consecuencia de la disminución en el volumen latido, debido a un menor volumen sanguíneo y un menor llenado ventricular de tal magnitud que no pueden compensarse por el aumento en la frecuencia cardíaca¹⁸. También existe una relación lineal directa entre el nivel de hipohidratación y la temperatura corporal central, ya que la hipohidratación perjudica la función termorreguladora, lo cual hace que el ejercicio en el calor sea aún más difícil¹⁹.

La hipohidratación tiene un impacto progresivamente negativo sobre el rendimiento en ejercicio, aún a niveles tan bajos como 1%^{3,20}, 2%⁷ ó 3%⁸³ del peso corporal. Pareciera que el estrés por calor ambiental no solo juega un papel importante *per se*⁸⁴, sino que además acentúa la reducción en la potencia aeróbica máxima que ocurre por la hipohidratación. Además, el tiempo del ejercicio hasta la fatiga a intensidades submáximas es más corto al ejercitarse en el calor. Es más frecuente que haya una influencia negativa de la hipohidratación sobre los esfuerzos aeróbicos prolongados que sobre las tareas anaeróbicas de corto plazo⁷. Existen pocos estudios acerca de los efectos de la hipohidratación sobre la potencia anaeróbica, fuerza muscular, velocidad, coordinación y agilidad, y sus resultados son ambiguos.

El efecto negativo de la hipohidratación sobre la función termorreguladora aumenta el riesgo de agotamiento por calor y golpe de calor, dos problemas relacionados con el calor^{4,34,41}. El golpe de calor es una condición muy seria que podría ser fatal¹⁶, por lo tanto, debe ser atendida inmediatamente por personal médico, cuya meta primordial será bajar la temperatura central del sujeto^{69,91}. También se han relacionado algunas complicaciones en la función renal con la hipohidratación y las altas temperaturas del núcleo corporal durante el ejercicio en el calor^{44,45,86,91,95,97,100}. Finalmente, un problema bastante común son los llamados **calambres por calor** o "calambres musculares ligados al ejercicio" (CMLE)^{46,50,96}. Estas "contracciones involuntarias, dolorosas y espasmódicas del músculo esquelético, que ocurren durante o inmediatamente después del ejercicio muscular"⁸⁷, están frecuentemente asociadas con la sudoración profusa durante el ejercicio en el calor, pero la evidencia científica que respalda la hipótesis de una relación directa entre hipohidratación y CMLE es muy limitada. Este tema amerita más investigación.

Efectos del ambiente sobre la termorregulación.

Ya se mencionó antes que la producción corporal de calor durante la actividad física está directamente relacionada con la intensidad del ejercicio. La capacidad de

disipar este calor depende de la transferencia de calor del núcleo del cuerpo a la piel, de la vestimenta, y del estrés por calor ambiental. El estrés por calor ambiental a que se somete un individuo es una función de la temperatura del aire, la velocidad del viento, la humedad relativa, y la radiación solar. Existe una medida práctica combinada del estrés por calor ambiental, el índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (WBGT por sus siglas en inglés) ^{26,105}. El Colegio Americano de Medicina Deportiva (American College of Sports Medicine, ACSM) ha establecido pautas para corredores de larga distancia vistiendo pantaloneta, camiseta y zapatos de carrera, en términos del riesgo de problemas por calor: si el WBGT es mayor a 28° C existe un riesgo **muy alto**; cuando el WBGT está entre 23° y 28° C el riesgo es **alto**. Un índice WBGT de 18-23°C indica un riesgo **moderado**, y si WBGT < 18° C, el riesgo es **bajo** ⁴. El riesgo de problemas por calor también se ve aumentado cuando el WBGT alcanza valores extraordinariamente altos, comparados con el clima normal donde la gente se ha estado ejercitando.

Hay un número considerable de países latinoamericanos ubicados en la región tropical. Aunque la altitud puede marcar grandes diferencias (p.ej. las ciudades de México y Bogotá son más frescas), el trópico se caracteriza por mantener niveles de humedad y temperatura relativamente altos y constantes la mayor parte del año. No es extraño encontrar valores WBGT mayores a 28°C, especialmente al nivel del mar.

Existe evidencia preliminar que indica que los habitantes de las regiones tropicales tienen una mayor tolerancia al estrés por calor ambiental, posiblemente por su nivel de aclimatación crónica al calor ^{78,80}. Sin embargo, mientras no se publique información más completa acerca de la tolerancia al estrés por calor ambiental en personas aclimatizadas al calor en forma crónica, se deben seguir las pautas del ACSM.

La aclimatación al calor es el conjunto de adaptaciones que le permiten a una persona tolerar mayor estrés por calor ambiental. Éstas incluyen un aumento en la capacidad de sudoración, un sudor más diluido, y una capacidad aumentada de mantener altas tasas de sudoración durante el ejercicio prolongado ^{54,88}. Todas estas adaptaciones ayudan a reducir la acumulación de calor, permitiendo un tiempo más prolongado de ejercicio y un menor riesgo de problemas por calor. Los individuos aclimatizados deben prestarle más atención a la hidratación, debido a su mayor tasa de sudoración.

La aclimatación al calor ocurre como resultado normal de la exposición a la actividad física en el calor. Cuando los atletas o la gente físicamente activa se trasladan a regiones más calientes, se puede inducir la aclimatación mediante la exposición progresiva al calor. Al inicio del proceso de aclimatación, la duración e intensidad de las sesiones de ejercicio deben ser más bajas de lo acostumbrado. Luego se pueden aumentar en forma gradual día a día conforme mejora la tolerancia al calor. Se pueden observar adaptaciones significativas en el término de 7-14 días de exposición al calor ⁵⁴.

Si bien es cierto que la exposición al calor durante el ejercicio es muy importante

para la aclimatización, también es cierto que una mejor aptitud física aeróbica, *per se*, le permite a las personas disipar mejor la carga térmica del ejercicio. Esto se debe primordialmente a una expansión del volumen sanguíneo y una mejoría en la capacidad de sudoración ⁶³. La cantidad y calidad de ejercicio necesario para mejorar la aptitud aeróbica es mayor que lo recomendado para obtener beneficios relacionados con la salud. La frecuencia debe ser de 3 a 5 días por semana, con una duración de cada sesión entre 20 y 60 minutos, a una intensidad de ejercicio de 55/65% hasta 90% de la frecuencia cardíaca máxima ⁶.

Todas las personas, aclimatadas o no, deben prestarle atención a las condiciones climáticas y realizar los ajustes apropiados siempre que el estrés por calor ambiental esté por encima de lo normal. Las sesiones de calentamiento antes del entrenamiento o la competición deben ser más cortas y menos intensas, para evitar que la temperatura central suba innecesariamente. La estrategia de competición o entrenamiento debe ser de menor intensidad y duración, además de incluir descansos más largos y frecuentes, para disminuir la producción de calor. A menudo es posible encontrar áreas más frescas, a la sombra o con viento, para las sesiones de calentamiento, los recesos, los períodos de recuperación y las siestas, lo cual ayuda a mantener la temperatura corporal más baja y a prevenir la deshidratación.

En oposición a las recomendaciones anteriores, es común en América Latina el observar individuos que se ejercitan utilizando trajes o accesorios plásticos para promover la sudoración, con la creencia de que ello producirá una pérdida de grasa. Los plásticos crean un microclima alrededor del individuo donde la humedad es muy alta y la evaporación del sudor es prácticamente imposible, limitando seriamente la disipación del calor. La temperatura central del cuerpo aumenta rápidamente, la sudoración profusa produce una deshidratación rápida, y sobreviene la fatiga. Este procedimiento no sólo es inútil para facilitar la pérdida de grasa, sino que además atenta contra la termorregulación y promueve los problemas por calor.

Si bien es cierto que las personas se pueden adaptar a los retos fisiológicos de la actividad física y el estrés por calor mediante el aumento progresivo de su nivel de actividad y exposición al calor, no existe evidencia que muestre que es posible adaptarse a la hipohidratación. De hecho, la hipohidratación limita las ventajas de la aclimatización. El ejercitarse sin beber líquido podrá ser *muy macho* y fortalecer la voluntad, pero le hace un daño serio al cuerpo.

El proceso de hidratación.

La gente físicamente activa logra mantener la euhidratación, esto es, un nivel de hidratación normal y equilibrado, sólo si ingiere suficiente fluido antes, durante, y después de la actividad física. La capacidad de compensar la pérdida de fluido con la reposición está limitada por las tasas máximas de ingesta, vaciamiento gástrico, y absorción intestinal. Bajo condiciones de calor y humedad, la tasa de sudoración puede rebasar estos límites fácilmente ⁶⁷.

Desde hace varias décadas se sabe que cuando la gente se ejercita y suda, no reemplaza todo el líquido perdido por sudoración ^{72,81,94}, aún teniendo acceso



ilimitado al líquido. Esto se llama deshidratación voluntaria y ocurre en los niños no aclimatizados^{10,11,102}, en los niños aclimatizados⁸⁰, y en los adultos^{14,33,81}.

La ingesta espontánea de líquido está influenciada por información sensorial variada, tal como el olor, sabor, temperatura, color, y calidad subjetiva de la bebida. Sólo algunos de estos factores han sido estudiados sistemáticamente, principalmente la temperatura y el sabor del líquido. Se han hecho estudios con distintos fluidos que demuestran que la ingesta voluntaria es máxima cuando los líquidos están frescos, a saber, a una temperatura entre 15 y 20°C^{3,13,98}. La gente prefiere las bebidas levemente saborizadas al agua simple, pero los sabores naturales fuertes como la cerveza, la leche y las bebidas gaseosas no son muy aceptables durante el ejercicio³⁸.

El consumo voluntario de una bebida deportiva bien formulada es mayor que el del agua simple, en parte debido a la palatabilidad de las bebidas deportivas^{37,98,102}. La temperatura, dulzura, intensidad de sabor, sensación bucal, acidez y sabor residual de la bebida son características que influyen la palatabilidad y por lo tanto promueven o frenan el consumo de líquido durante la actividad física. Una serie de estudios con muchachos ejercitándose en el calor demuestra que la ingesta voluntaria de una bebida con sabor fue lo suficientemente alta para mantener la euhidratación, aún cuando las tasas de sudoración fueron altas^{78,102,103}.

Una vez que se ha ingerido el líquido, primero tiene que vaciarse del estómago. El vaciamiento gástrico depende de varios factores. La naturaleza exponencial de la curva de vaciamiento indica que el volumen del contenido estomacal tiene una importancia crucial en el control de la tasa de vaciado: conforme el líquido va saliendo y el volumen estomacal cae, va disminuyendo la tasa de vaciamiento. Entonces, el vaciado se puede promover manteniendo un volumen grande de líquido en el estómago^{66,75}, aunque no todos los individuos toleran bien la presencia de grandes volúmenes en el estómago y se sabe que muchos jugadores de fútbol prefieren evitarla. Esta tolerancia es entrenable, permitiéndole al individuo manejar volúmenes mayores gracias a la práctica.

Los líquidos con mayor contenido energético tienen tasas más lentas de vaciamiento gástrico. Este patrón es el mismo durante el ejercicio que el que se observa en reposo^{39,40,59,62,68,101}. El efecto negativo de un alto contenido energético sobre la tasa de vaciamiento gástrico es mucho mayor que el efecto de una alta osmolaridad. El ejercicio de alta intensidad puede retardar o aún detener el vaciado gástrico, pero el ejercicio a intensidades alrededor de 70 a 75% O₂max tiene poco o ningún efecto sobre la tasa de vaciamiento gástrico^{36,48,59,71,74}. La hipohidratación severa combinada con la hipertermia y el ejercicio intenso retarda el vaciado gástrico y aumenta el riesgo de malestar gastrointestinal^{73,82}.

El tercer proceso limitante de la tasa de hidratación es la absorción intestinal de fluidos. La osmolaridad y el flujo de solutos son los dos factores principales que gobiernan el transporte neto de agua en el intestino delgado^{28,29,90}. Aquellas soluciones claramente hipertónicas con respecto al plasma humano producen

menor absorción y mayor secreción de agua, mientras que las soluciones hipotónicas promueven la absorción neta de agua. La absorción intestinal de agua puede mejorarse añadiendo carbohidratos a una solución de reposición de fluidos ^{29,60,75,90}. El uso de sustratos múltiples (carbohidratos) estimula varios mecanismos distintos de absorción de solutos, produciendo una mayor absorción de agua que las soluciones que contienen solamente un sustrato ⁹⁰. La cantidad y el tipo adecuados de carbohidratos estimulan dramáticamente la absorción de líquido y electrolitos en el intestino delgado, aún en bebidas ligeramente hipertónicas.

La hidratación adecuada **antes** de la actividad física es esencial para proteger todas las funciones fisiológicas. Un déficit de líquido antes del ejercicio es potencialmente perjudicial para la termorregulación, y produce un mayor estrés cardiovascular durante la sesión de ejercicio ^{3,8,64,83}. La ingesta de 250 a 600 mL de fluidos al menos dos horas antes del ejercicio ayuda a garantizarse que se inicia con un nivel adecuado de hidratación, y además da tiempo suficiente para eliminar cualquier exceso de líquido por medio de la orina.

No existe suficiente evidencia que apoye la hiperhidratación antes del ejercicio como medio para mejorar el rendimiento deportivo ^{49,77}. La hiperhidratación es muy difícil de lograr debido a que la expansión del volumen plasmático produce hipotonicidad y aumenta la diuresis. Hay una buena posibilidad de que los protocolos de hiperhidratación estén simplemente permitiendo que los sujetos con hipohidratación crónica alcancen un nivel normal de hidratación. Aún esto sería un logro fisiológico claramente positivo que, si bien es cierto sería irrelevante para sujetos euhidratados, sí sería muy importante en América Latina donde las influencias culturales podrían promover la hipohidratación crónica.

Durante la actividad física, la meta de la ingesta de fluidos debería ser compensar la pérdida de líquido por sudoración o, cuando las tasas de sudoración son demasiado altas, el reponer tanto fluido como sea posible. Esto se logra tomando pequeñas cantidades (125 a 500 mL de fluido) con regularidad, más o menos cada 15 minutos. La cantidad y la frecuencia deben ajustarse conforme a la tasa de sudoración y a la tolerancia a la ingesta de fluido de cada persona. La pérdida de líquido durante una sesión de ejercicio se puede calcular pesando a la persona desnuda y seca antes y después del ejercicio: cada 100 g de peso perdido representan aproximadamente 100 mL de sudor.

El restablecimiento del equilibrio de agua y electrolitos es una parte esencial del proceso de recuperación después de un ejercicio que produce pérdida de fluidos por sudor. La rehidratación adecuada **después** de una sesión de ejercicio se convierte en euhidratación antes de la próxima sesión. Debido a la producción constante de orina, las personas estarán en equilibrio neto de fluidos negativo durante todo el período de recuperación, a menos que el volumen ingerido sea mayor que la pérdida. Cuando se manipula la concentración de sodio del líquido ingerido (0, 25, 50 ó 100 mmol/L) y se ingieren volúmenes de fluido equivalentes a 1.5 veces la pérdida por sudoración, la producción de orina es inversamente proporcional a la

concentración de sodio del fluido ingerido. Para una rehidratación efectiva, las bebidas y los alimentos deberían reponer no sólo el volumen de líquido perdido sino los electrolitos perdidos por sudoración: esto significa que la ingesta de sodio debería ser moderadamente alta (quizás 50-60 mmol Na⁺/L fluido), y también debería haber algo de potasio. Para equilibrar este requisito con la palatabilidad de la bebida, parte del sodio puede ingerirse en los alimentos. Para contrarrestar la pérdida obligatoria continua de orina, el volumen consumido deberá ser mayor (al menos un 50% más) que el volumen de sudor perdido^{51,52,53,68,92,93}.

Utilización de bebidas deportivas.

El agua es un fluido ampliamente disponible para la hidratación. Si bien es cierto que la ingesta de agua puede ayudar a contrarrestar muchos problemas de la deshidratación, las investigaciones realizadas en las últimas cinco décadas han confirmado, una y otra vez, que la gente físicamente activa puede beneficiarse de la ingesta de una mezcla adecuada de líquido, carbohidratos, y electrolitos. Los beneficios son proporcionales a la necesidad de fluido, energía y minerales de cada individuo. Para ser fisiológicamente eficaz, la fórmula de la bebida debe evitar (o al menos reducir al mínimo) las limitaciones impuestas por la ingesta voluntaria, el vaciamiento gástrico, y la absorción intestinal, al mismo tiempo que suministre fluido, carbohidratos y electrolitos en suficiente cantidad y con la suficiente rapidez como para provocar respuestas fisiológicas positivas que además benefician el rendimiento^{3,17,30,32,47,60,85}.

La eficacia de una bebida deportiva está determinada en gran medida por la cantidad y el tipo de carbohidratos correctos. Además de conferirle el nivel de dulzura que mejora la palatabilidad, los carbohidratos juegan otros papeles importantes. Si se usan los carbohidratos apropiados en la cantidad correcta, el efecto sobre el vaciamiento gástrico es mínimo pero se estimula dramáticamente la absorción de agua y electrolitos en el intestino delgado, como se mencionó anteriormente. La glucosa que proveen las bebidas deportivas ingresa a las células musculares activas, ayudando a mantener una tasa alta de oxidación de carbohidratos, lo cual puede mejorar el rendimiento deportivo. Las bebidas deportivas deben tener una mezcla de carbohidratos (p.ej., una combinación de sacarosa, glucosa y fructosa) con una concentración de alrededor de 60-70 g/L⁶¹.

Los electrolitos juegan un papel clave al mantener la ingesta de fluidos y promover la hidratación. La ingesta de fluidos durante la actividad física se puede promover ingiriendo una pequeña cantidad de cloruro de sodio. La absorción de sal hacia el flujo sanguíneo previene la caída temprana de la osmolaridad del plasma por debajo del umbral de la sed, de manera que ayuda a mantener el deseo de beber. Después de la actividad física, es indispensable la reposición del sodio y el cloruro que se perdieron en el sudor para una rehidratación rápida y completa. Por estas razones, las bebidas deportivas deben tener por lo menos 100 mg de sodio por cada porción de 250 ml.

Al presente, no existe evidencia científica convincente que justifique la inclusión de



otros ingredientes en las bebidas deportivas. Se ha propuesto al glicerol, la cafeína, algunos aminoácidos, muchos metabolitos (p.ej. piruvato y lactato), y varias vitaminas y minerales como candidatos. A pesar de que se han publicado reportes de supuestos beneficios, no existe consenso científico de que la eficacia de las bebidas deportivas mejoraría con su incorporación.

Grupos de poblaciones especiales.

Las pautas de ejercicio e hidratación para la actividad física en el calor están dirigidas, por lo general, a adultos activos. La pregunta de si son aplicables a niños, adultos mayores, y mujeres embarazadas sanos es importante, ya que estos grupos pueden ejercitarse tanto como los adultos, y representan un gran segmento de la población de América Latina. La gente con enfermedades crónicas comunes como hipertensión, diabetes mellitus y enfermedades coronarias se puede beneficiar de la actividad física regular, pero debido a la naturaleza de estas enfermedades, también requiere de consideración especial. Se exhorta a los profesionales de la salud a estudiar las publicaciones científicas sobre ejercicio en poblaciones específicas, citadas más adelante.

Los **niños** están potencialmente en desventaja termorregulatoria porque tienen una menor tasa de sudoración por unidad de superficie corporal y por glándula sudorípara, y un mayor aumento en la temperatura central conforme se deshidratan⁹. A pesar de su menor tasa de sudoración, los niños se pueden deshidratar tanto como los adultos. Cuando hay bebidas deportivas isotónicas y con sabor disponibles durante el ejercicio prolongado o después de éste, la ingesta voluntaria de los niños es más alta^{58,78,102}, aunque existe evidencia preliminar que sugiere que esto podría no ser cierto en niñas aclimatadas al calor⁷⁹. Los entrenadores y los padres tienen la responsabilidad de asegurar que haya oportunidades adecuadas para la ingesta de fluido, así como de ofrecer bebidas con buena palatabilidad y animar a la ingesta de líquido antes, durante, y después del ejercicio. Aproximadamente $1.8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1}$ cada 15 minutos es suficiente para mantener la euhidratación en un niño sano que se ejercita a intensidad moderada en el calor⁵⁷. Debe considerarse una mayor ingesta para niños aclimatados, y para aquéllos que viven en el trópico que podrían sufrir de hipohidratación crónica.

En gran medida, la intolerancia al calor de los **adultos mayores** se debe a su vida sedentaria, la cual perjudica su aptitud física aeróbica y su aclimatización⁴². Independientemente del estilo de vida, se ha demostrado que ocurren algunos cambios inevitables con el envejecimiento, como la reducción del flujo sanguíneo a la piel y de la producción de sudor⁴³. Al guiarlos acerca del ejercicio en el calor, deben tomarse en cuenta su salud general (incluyendo el uso de medicamentos), su aptitud física, y su nivel de aclimatización. Debido a su menor percepción de la sed para un grado determinado de hipohidratación⁵⁶, se les debe animar a beber aún si no se sienten sedientos.

Las preocupaciones sobre la termorregulación al ejercitarse durante el **embarazo**



se relacionan con las respuestas tanto de la madre como del feto ¹⁵. La temperatura del feto es aproximadamente 0.5°C más alta que la de la madre en reposo, de manera que existe un mayor riesgo de hipertermia del bebé durante el ejercicio. La hipertermia puede dañar el crecimiento y la formación del feto. Después de obtener la aprobación del médico y recibir consejos específicos como ejercicios acuáticos, la mujer embarazada debe evitar la hipohidratación y el ejercitarse en condiciones calientes, para mantener su temperatura corporal central por debajo de 38.5°C ¹⁰⁴. La reposición de fluidos puede incluir carbohidratos ya que la hipoglicemia es otra preocupación porque podría afectar el crecimiento del bebé y la comodidad de la madre.

Por lo tanto los niños, los adultos mayores, y las mujeres embarazadas deben tener cuidado especial para prevenir la hipertermia y la deshidratación. Los procedimientos de hidratación se basan en los mismos principios básicos que los del adulto promedio. No existen razones fisiológicas ni clínicas para contraindicar la utilización de una bebida deportiva normal en estos grupos, ya que su composición no representa sobrecarga alguna para el cuerpo (100 mL de una bebida deportiva típica tienen alrededor de 6 g de carbohidratos, 46 mg Na⁺, y 13 mg K⁺. Esto es alrededor de la mitad de la concentración de carbohidratos en muchas bebidas gaseosas y jugos de frutas, y más o menos la misma cantidad de Na⁺ en 100 mL de leche). Como las bebidas deportivas están claramente rotuladas con su composición, las cantidades se pueden incluir fácilmente en la evaluación nutricional de cada persona. Los estudios futuros podrían indicar si existe una fórmula óptima de bebidas para cada grupo particular.

La hipertensión y la diabetes son dos enfermedades crónicas comunes que producen mucha morbilidad y mortalidad en el mundo. Luego de obtener consejo médico, el tratamiento inicial de estas enfermedades normalmente incluye consejería nutricional y varias modificaciones en el estilo de vida, tales como un aumento en la actividad física regular ^{1,23,25,76}. Básicamente, las mismas recomendaciones para adultos promedio se aplican a los pacientes hipertensos y diabéticos que no presentan complicaciones, existiendo solamente unas pocas precauciones específicas.

La práctica comúnmente aceptada establece que los pacientes hipertensos y diabéticos deben recibir el visto bueno de un médico para realizar ejercicio. Los médicos y nutricionistas deben familiarizarse con el presente documento y otras publicaciones relevantes ^{2,5}, y deben tomar en cuenta el suministro de carbohidratos y sodio en las bebidas deportivas cuando evalúan la dieta de sus pacientes.

Los pacientes diabéticos no deben ejercitarse en temperaturas extremas debido al potencial de problemas termorregulatorios relacionados con neuropatías autónomas ^{22,27}. Las respuestas termorreguladoras, incluyendo la sudoración, son a menudo anormales, presentando distintas zonas anhidróticas en el cuerpo ²², y la tolerancia al ejercicio está disminuida. Si el contenido de carbohidratos se balancea cuidadosamente con la dieta normal, los pacientes con diabetes pueden consumir

bebidas deportivas para ayudar a mantener los niveles de azúcar en sangre durante el ejercicio -previniendo así la hipoglicemia del ejercicio- y para mantenerse bien hidratados. Las bebidas deportivas tienen un alto índice glicémico, pero normalmente no causan hiperglicemia durante el ejercicio ni contribuyen a ella⁹⁹. Es necesario determinar las necesidades de cada individuo con la ayuda de un nutricionista o médico.

Los pacientes hipertensos que utilizan β -bloqueadores podrían experimentar una reducción en la disipación de calor debido a la disminución del flujo sanguíneo a la piel, así como una respuesta acelerada de la tasa de sudoración que podría empeorar la deshidratación. En estas circunstancias, la reposición de fluidos es especialmente importante²¹. Más aún, la terapia diurética puede producir hipokalemia e hipohidratación, pero con una ingesta adecuada de líquidos y suplementación de potasio, el efecto negativo sobre el ejercicio se puede evitar⁷⁰. Los pacientes hipertensos que se encuentran bajo dietas de restricción de sodio deben incluir el sodio que suministran las bebidas deportivas en sus cálculos de ingesta total.

Conclusiones.

La evidencia científica ha demostrado que el ejercicio regular conlleva muchos beneficios para la salud, pero el clima caluroso y húmedo representa un reto para la capacidad del cuerpo de realizar actividad física. El rendimiento físico se ve disminuido significativamente, y el riesgo de deshidratación y problemas por calor aumenta. Las condiciones de alto estrés por calor imperan en gran parte de América Latina; por lo tanto, se necesitan estrategias que disminuyan el impacto de estas condiciones sobre las personas físicamente activas y los atletas. Dichas estrategias están claramente resumidas en la declaración de consenso que acompaña a este documento.

Se necesita profundizar más en la investigación de la actividad física en el calor. A continuación se presentan las necesidades específicas que se han identificado para América Latina:

1. ¿Cuál es la incidencia de problemas por calor durante la participación deportiva en Latinoamérica? ¿Cuáles son los límites seguros de WBGT para la actividad física prolongada en personas con aclimatización crónica al calor?
2. ¿Cuáles son los factores de riesgo para los calambres musculares ligados al ejercicio? ¿Es posible disminuir la incidencia de calambres manteniendo la euhidratación?
3. ¿Logran los protocolos de hiperhidratación una verdadera hiperhidratación, o simplemente le permiten a los sujetos superar la hipohidratación crónica? ¿Cuáles son los beneficios y efectos secundarios, fisiológicos y de rendimiento, de hiperhidratar a los atletas antes del ejercicio?
4. En cuanto a las características sensoriales de las bebidas, se necesita un modelo de análisis multidimensional, que permita sopesar la importancia relativa de los

distintos elementos, y que permita también realizar manipulaciones de dosis vs. respuesta.

5. ¿Existe un desplazamiento en las preferencias perceptuales (a saber, palatabilidad) durante el ejercicio, relacionado con el nivel de hipohidratación, fatiga general, o fatiga sensorial?

6. Además de la ingesta voluntaria de líquido, se necesita examinar más a fondo algunas preguntas sobre aliestesia y adicción, tanto desde la perspectiva aguda como a largo plazo.

7. ¿Existe una relación entre la ingesta de líquido y el dolor abdominal transitorio asociado al ejercicio (cólico)?

8. ¿Existe una fórmula óptima de bebida deportiva específica para niños, adultos mayores, mujeres embarazadas, o personas con enfermedades crónicas?

9. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la ingesta de bebidas deportivas durante la actividad física en pacientes diabéticos o hipertensos?

10. ¿Existe un efecto negativo de la hipohidratación sobre la aptitud motriz, según se mide con pruebas de velocidad, coordinación, tiempo de reacción, precisión, y agilidad? ¿Es este efecto independiente del efecto del calor?

Aragón-Vargas L.F., Coordinador del Comité de Consenso y editor del documento,

Gatorade Sports Science Institute y Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Arroyo F., SportMed, Guadalajara, México.

de Barros T.L., CEMAFE, Sao Paulo, Brasil.

García P.R., Instituto Nacional de Deportes, Caracas, Venezuela.

Javornik R., Valle Arriba Athletic Center, Caracas, Venezuela.

Lentini N., Fisiomed, Buenos Aires, Argentina.

Matsudo V.K.R., CELAFISCS, Sao Paulo, Brasil.

Maughan R.J., University of Aberdeen, Escocia.

Meyer F., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

Murray R., Gatorade Exercise Physiology Laboratory, Chicago, U.S.A.

Rivera-Brown A., Centro de Salud Deportiva y Ciencias del Ejercicio, Salinas, Puerto Rico.

Salazar W., Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Sarmiento J.M., Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.

Anexo.

El índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (WBGT). Este índice combina mediciones de temperatura del aire (Tbs), humedad (Tbh) y radiación solar (Tg), según la ecuación que utiliza el ACSM⁴, modificada de Yaglou & Minard¹⁰⁵:

$$WBGT = 0.7 Tbh + 0.2 Tg + 0.1 Tbs$$

Como este índice utiliza temperaturas no ventiladas de bulbo húmedo y de globo

negro, es decir, el único movimiento de aire alrededor de los termómetros se debe a las condiciones naturales de la velocidad del viento, el índice también incluye una medida indirecta del efecto de enfriamiento del viento.

Cuando la temperatura de globo negro no está disponible, es posible calcular el WBGT conforme a la fórmula de Gagge & Nishi: $WBGT = (0.567 T_{bs}) + (0.288 Pa) + 3.38$, donde Pa es la presión de vapor de agua en Torr²⁶.

En América Latina, es frecuente encontrar recomendaciones y pautas que han sido desarrolladas en los Estados Unidos de América o en Europa. A menudo se cuestiona qué tan aplicables son estas recomendaciones en nuestra región del mundo. Consciente de esta necesidad, el Gatorade Sports Science Institute reunió un grupo de científicos y clínicos latinoamericanos, además de otros dos expertos reconocidos mundialmente, para discutir la evidencia científica actualizada sobre el tema "Actividad física en el calor: termorregulación e hidratación". Las siguientes recomendaciones son el consenso de este simposio de dos días; también existe un documento de apoyo que discute los subtemas principales en mayor detalle.

Recomendaciones para disminuir el riesgo de problemas por calor durante la actividad física

Declaración de Consenso del Consejo Asesor en Ciencias y Educación del GSSI para América Latina

La evidencia científica muestra que el ejercicio regular conlleva muchos beneficios para la salud, pero el clima caluroso y húmedo representa un reto para la capacidad del cuerpo de realizar actividad física. El rendimiento físico se ve disminuido significativamente, y el riesgo de deshidratación y problemas por calor aumenta. Las condiciones de alto estrés por calor imperan en gran parte de América Latina; por lo tanto, se necesitan estrategias que disminuyan el impacto de estas condiciones sobre las personas físicamente activas y los atletas.

1. Ejercítese con regularidad. La actividad física regular beneficia su salud, y el alcanzar un nivel más alto de aptitud física mejorará su capacidad de tolerar el estrés por calor.

2. Ajústese a su ambiente. Cuando hace calor y está húmedo, el ejercicio se siente más difícil y el rendimiento disminuye. Su actividad física puede ser más cómoda disminuyendo el tiempo y esfuerzo dedicados al calentamiento, y cambiando la estrategia de entrenamiento o de competición para disminuir la intensidad y/o la duración del ejercicio y para tener descansos más frecuentes y prolongados. Vista ropa floja, liviana y de colores claros, y busque los lugares más frescos a la sombra o con viento. Nunca se ejercite con ropa o accesorios plásticos: ello no ayuda a reducir la grasa corporal, pero sí hace el ejercicio más difícil y aumenta los problemas relacionados con el calor. Considere evitar completamente la actividad física cuando las condiciones sean excepcionalmente calurosas

o húmedas, o ejércitese durante las horas más frescas del día.

3. Préstele suficiente atención a la adaptación al calor. La exposición gradual al calor, con sesiones de ejercicio más cortas y menos intensas, produce adaptaciones que harán que el ejercicio se sienta más fácil y que mejorarán su rendimiento. Una de esas adaptaciones es un mayor ritmo de sudoración, el cual aumenta la necesidad de rehidratación.

4. Manténgase bien hidratado. El agua es un líquido ampliamente disponible para la rehidratación, pero la gente normalmente no bebe suficiente para reponer las pérdidas por sudoración durante el ejercicio. Las personas beben más cuando se les ofrecen bebidas deportivas bien formuladas, que cuando se les da agua simple. Las bebidas deportivas deben contener carbohidratos como fuente de energía, y electrolitos -especialmente sodio- para una hidratación más efectiva. La adición de vitaminas y otros elementos a las bebidas deportivas no brinda beneficios adicionales. Al escoger un sabor de su agrado, se facilita el cumplimiento de sus requerimientos de líquido. Es preferible tomar bebidas ligeramente frías o frescas, pues saben mejor y estimulan la ingesta de líquido.

Beba suficientes fluidos antes, durante, y después de su actividad física. Beba 1 ó 2 tazas (8-20 onzas, o 250-600 mL) de fluido al menos dos horas antes del ejercicio, para ayudar a garantizarse que empieza con un nivel de hidratación adecuado, y para dar tiempo de eliminar cualquier exceso de líquido en la orina. Durante el ejercicio, beba de 1 a 2 tazas cada 15 minutos para equiparar la pérdida de sudor, o una cantidad tan similar como sea tolerable sin sentirse incómodo. Pruebe con volúmenes mayores, y ajuste las cantidades de fluido según sus necesidades individuales.

Después de la actividad física, usted deberá beber más de lo que siente que es necesario, porque la sed no es una buena guía bajo estas condiciones. Usted necesita beber más de un litro (cuatro tazas) de fluido por cada kilogramo (2.2 lb) de peso perdido. Debido a la pérdida de sal en el sudor, debe haber suficiente sal (sodio y potasio) en la bebida o los alimentos que usted ingiera en este momento.

5. Los niños, los adultos mayores, y las mujeres embarazadas deben tener un cuidado especial para prevenir la deshidratación y los problemas por calor. El riesgo de complicaciones por calor podría ser mayor en los niños que en los adultos: los entrenadores y padres deben tomar precauciones adicionales para asegurar que haya oportunidades adecuadas de ingesta de fluidos en clima caluroso. Es muy probable que los adultos mayores tengan menores niveles de aptitud aeróbica y una menor capacidad de controlar la temperatura corporal durante el ejercicio en el calor; también tienen una menor sensibilidad a la sed, y deben ser estimulados a beber aún cuando no sientan sed.

Las mujeres embarazadas físicamente activas deben evitar las

condiciones excesivamente cálidas, a la vez que deben tener cuidado de asegurar una ingesta adecuada de fluidos en todo momento.

6. Muchas condiciones médicas representan retos específicos a la regulación de la temperatura. El ejercicio es un aspecto beneficioso del tratamiento de muchas condiciones médicas, incluyendo la diabetes, la enfermedad coronaria, y la hipertensión. Puede ser que los médicos vean la necesidad de ajustar las recomendaciones generales de este documento para cumplir con las necesidades de aquellos individuos que están tomando medicamentos.

México D.F., 5 de Febrero de 1999.

Aragón-Vargas L.F., Coordinador del Comité de Consenso y editor del documento,

Gatorade Sports Science Institute y Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Arroyo F., SportMed, Guadalajara, México.

de Barros T.L., CEMAFE, Sao Paulo, Brasil.

García P.R., Instituto Nacional de Deportes, Caracas, Venezuela.

Javornik R., Valle Arriba Athletic Center, Caracas, Venezuela.

Lentini N., Fisiomed, Buenos Aires, Argentina.

Matsudo V.K.R., CELAFISCS, Sao Paulo, Brasil.

Maughan R.J., University of Aberdeen, Escocia.

Meyer F., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

Murray R., Gatorade Exercise Physiology Laboratory, Chicago, U.S.A.

Rivera-Brown A., Centro de Salud Deportiva y Ciencias del Ejercicio, Salinas, Puerto Rico.

Salazar W., Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Sarmiento J.M., Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.

DOCUMENTO ANEXO 3

“PORCENTAJE NORMAL DE GRASA CORPORAL”

<http://www.solomujeres.com/Peso/bodyfat.html>

¿Cuál es el porcentaje normal de grasa corporal?

Tenemos ahora evidencia clara, dictada por cientos de estudios clínicos, que la composición corporal (grasa-tejido magro) esta ligada directamente a la aparición de enfermedades crónicas. Nuevas investigaciones anotan que la pérdida de grasa corporal, no la pérdida de peso por si sola es el factor crucial para un cuerpo saludable y longevidad.

Al medir la composición corporal, el estado de salud del paciente es valorado de una forma más precisa y las indicaciones para cambios en la dieta y el estilo de vida, pueden ser dirigidos adecuadamente.

La mayoría de los estudios clínicos sobre el porcentaje "normal de grasa corporal", están de acuerdo que el cuerpo requiere cierta cantidad de grasa para mantener la salud. La grasa es importante para la regulación de la temperatura corporal, almacenamiento de energía, función hormonal (particularmente en la mujer) y también actúa como protector y aislante (colchón) de los órganos.

Tenemos dos diferentes clases de grasa corporal. La llamada "grasa esencial". Almacenada en pequeñas cantidades en el músculo, sistema nervioso central, órganos y médula del hueso, necesaria para un buen funcionamiento de los diferentes sistemas del cuerpo. Y la grasa "almacenada" que el cuerpo guarda como reserva de energía.

Para el hombre, la "grasa esencial" constituye un 3% a 4% de peso corporal total y para la mujer, cerca del 10% al 12% del peso corporal total (porcentaje mayor porque incluye la grasa del tejido mamario y depósitos en las caderas, abdomen y pelvis, necesarias para el funcionamiento del sistema reproductivo) Porcentaje de "grasa corporal" saludable (porcentaje del peso corporal total que es grasa):

En la mujer el rango normal es de 21% a 31% de los 18 a los 39 años. El mínimo porcentaje de grasa que se considera saludable es de 13% a 17%. De 23% a 33% en mujeres de 40 a 59 años y 24% a 35% en mujeres de más de 60 años. Los rangos normales en el hombre son de 8% a 19% para aquellos en edades de 18 a 39 años. De 11% a 21% en edades de 40 a 59 años y para aquellos mayores de 60 años, 13% a 24%. Sin embargo, estos números presentan muchas variaciones, dependiendo de los diferentes investigadores.

Es importante tener claro que el peso que nos indica la báscula o romana, no da el dato de cuanta grasa corporal tiene la persona. Solo da el dato del peso total. Por ejemplo, dos personas del mismo sexo e igual estatura, que pesen lo mismo según los datos de la báscula y las mediciones estándar por edad y sexo, pueden tener una composición corporal totalmente diferente. Una es atlética, con un



porcentaje de grasa corporal normal o baja (el músculo pesa más que la grasa) y la otra es una persona con sobrepeso (más grasa que tejido magro).

Hay diferentes métodos para la medición de la grasa corporal.

Los más usados en la actualidad en gimnasios y oficinas de médicos son:
1-Calipers: miden la grasa depositada debajo de la piel.

2-Básculas especializadas: miden la grasa corporal por medio de la impedancia (resistencia) a una corriente eléctrica que pasa a través del cuerpo (fluidos) y es mayor en el tejido graso que contiene solo 10% a 20% de agua. La masa "libre de grasa" contiene 70% a 75% de agua. Utilizando la impedancia en conjunto con los datos de la estatura, sexo, edad y condición física (datos que se anotan en la computadora de la báscula), las mediciones son más exactas que con la utilización del caliper manual.

Otros métodos para medir la grasa corporal son:

Hidrodensimetría: el paciente se sumerge en un "tanque de agua" especializado para esta medición y por un sistema computarizado, los datos del porcentaje de grasa corporal se anotan."Dual Energy X-ray Absorptiometry" (DEXA), que determina la densidad real de la "masa corporal libre de grasa". También se puede utilizar la resonancia magnética y la tomografía axial computarizada