

II. ERGONOMIA EN EL COMBATE DE INCENDIOS FORESTALES

¹Elías Apud, Felipe Meyer, Fabiola Maureira, Silvia Lagos, Jorge Espinoza y Eduardo Lecanelier

1. Aspectos generales, objetivos y comentarios.

En Chile, según cifras oficiales de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) se registran alrededor de 5.400 incendios forestales por temporada, lo que afecta una superficie de 52.000 hectáreas, con un costo directo de US\$ 50.000.000 anuales. Desde un punto de vista social, numerosas familias ven destruirse sus hogares sin poder hacer nada para evitarlo. Otro aspecto significativo son los accidentes. Por ejemplo, CONAF registra 577 accidentes con lesión en las últimas 4 temporadas, mientras que en los últimos 18 años han ocurrido 33 accidentes fatales.

No cabe duda que en Chile ha habido avances tecnológicos importantes para la detección y control del fuego. Sin embargo, independiente de la eficiencia en la gestión de recursos, es necesario considerar que en cada lugar de trabajo hay seres humanos, de cuya adaptación dependerá en gran medida el que se pueda ejecutar con prontitud esta difícil y peligrosa tarea. Considerando estos aspectos surgen numerosas inquietudes sobre los límites de exigencias y requerimientos que tienen los combatientes forestales, que no se han estudiado en forma sistemática. Entre los aspectos más relevantes se puede mencionar:

- ¿cuáles son las aptitudes específicas que deben tener las personas que se integran a cada tarea en los sistemas de control del fuego?
- ¿qué pausas requieren los brigadistas cuando combaten el fuego?
- ¿cuánto tiempo puede permanecer una persona trabajando bajo las adversas condiciones de un incendio forestal ?
- ¿qué número de trabajadores deben integrar las cuadrillas ?
- ¿qué relevos se necesitan para combatir el fuego en el menor tiempo posible sin riesgos para la salud y seguridad de los combatientes?
- ¿ qué cantidad de energía y nutrientes deben tener las raciones de combate ?
- ¿qué organización deben tener los campamentos y que actividades físicas y recreativas deben realizarse durante los períodos que los brigadistas permanecen en ellos para que mantengan una buena salud física y mental, que les permita enfrentarse a su trabajo en forma eficiente y segura?
- ¿son las herramientas, máquinas, vehículos de transporte, vestuario, implementos de seguridad y accesorios los más adecuados desde un punto de vista ergonómico?.

¹ Laboratorio de Ergonomía, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Concepción, Chile e.mail eapud@udec.cl

Para dar respuesta a estas preguntas se inició hace un año un proyecto financiado por el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF) en que la Universidad de Concepción, la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), la Corporación Nacional Forestal (CONAF), la Corporación Chilena de la Madera (CORMA), Bosques Arauco, Forestal Bio Bío, Forestal Millalemu, Forestal Mininco y la Sociedad Agrícola y Forestal Monteáguila abordarán en forma interdisciplinaria el estudio del combate del fuego. Con ello se logra reunir expertos y técnicas, tanto de laboratorio como de terreno, que permiten enfrentar el desarrollo tecnológico futuro incorporando al hombre, con sus capacidades y limitaciones, como una parte fundamental del sistema. El propósito final es reducir los impactos para la seguridad y salud de los brigadistas forestales y de una parte importante de nuestra población que se encuentra expuesta al daño económico, moral y físico que les pueden causar los incendios forestales. Por otra parte, se espera contribuir a mejorar la eficiencia operacional de los sistemas de combate del fuego, con el propósito de reducir las cuantiosas pérdidas que los incendios forestales significan para el país, para las empresas forestales y para pequeños propietarios de predios agrícolas y forestales.

Este proyecto, que tendrá tres años de duración, se encuentra en su primer año de ejecución, razón por la cual se presentarán los resultados más importantes hasta ahora obtenidos. Esperamos que contribuyan a la discusión acerca de la importancia de aplicar conceptos ergonómicos en la organización del combate del fuego.

2. Aptitud física de los combatientes forestales evaluados al inicio de la temporada 1999-2000

Los criterios de referencia para discernir cuando un trabajo es pesado y la importancia de establecer una interrelación entre la carga física de trabajo y los indicadores de capacidad física, fueron discutidos en nuestra presentación anterior en estas mismas jornadas (ver: Ergonomía y productividad en el trabajo forestal) . Por lo tanto, a continuación presentaremos los resultados de la evaluación inicial de un total de 140 brigadistas forestales cuyas características físicas y edad se presentan en la tabla 1. Para efectos de comparación, en la misma tabla se incluye los valores de referencia de 490 trabajadores forestales chilenos, tomados de una base de datos del Laboratorio de Ergonomía de la Universidad de Concepción. La edad del grupo de referencia es similar a la de los brigadistas forestales, vale decir entre 20 y 40 años.

Tabla 1.

Edad, peso, estatura, masa grasa, masa libre de grasa, capacidad aeróbica y umbral anaeróbico de brigadistas forestales medidos en la temporada 1999-2000. (Para comparación se incluye un grupo de trabajadores forestales de edades equivalentes)

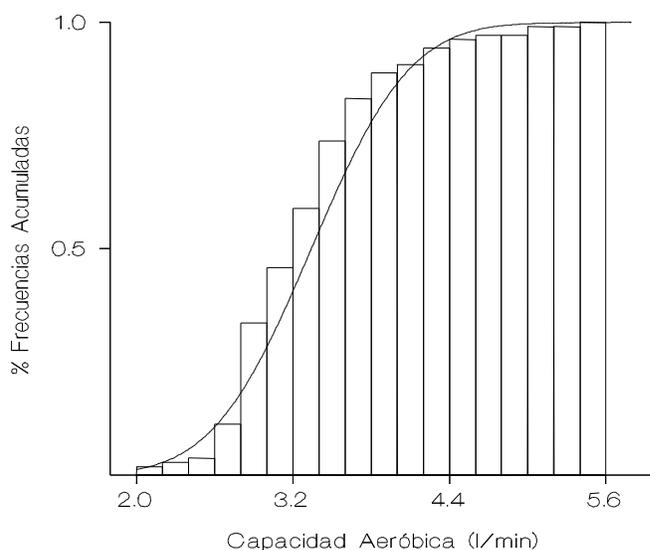
		COMBATIENTES 1999-2000		FORESTALES DE REFERENCIA	
Variable	Unidad	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.
Edad	años	24.9	5.7	27.0	6.2
Peso	Kg	70.0	8.6	64.9	7.6
Estatura	cm	169.2	5.7	166.1	5.8
Masa grasa	%	16.7	4.9	14.5	4.6
Masa grasa	Kg	12.0	4.7	9.8	4.9
Masa libre de grasa	Kg	58.0	5.4	55.2	5.4
Masa libre de grasa	Kg/ m estatura	34.3	2.6	33.2	2.7
Capacidad aeróbica	l O ₂ /min	3.3	0.6	3.4	0.6
Capacidad aeróbica	ml O ₂ /kg peso	48.0	9.0	50.8	9.4
Umbral anaeróbico	%cap. aeróbica	55.0	8.8	54.0	3.9

Como se puede observar en la tabla, las características de los combatientes evaluados, no se diferencian mayormente de aquellas de cualquier otro grupo de trabajadores forestales. En términos generales, se puede señalar que son un poco más altos y de mayor peso corporal, pero tienen en promedio una capacidad aeróbica ligeramente más baja, especialmente cuando se expresa por kilogramos de peso corporal. Llama la atención que el promedio de masa grasa de los brigadistas evaluados se sitúa en 16.7%, lo que es alto para un grupo que debe realizar labores físicas tan exigentes. Un aspecto importante de destacar es que la capacidad aeróbica de los combatientes y de los trabajadores de referencia es alta como promedio, superior a la de trabajadores industriales e incluso a la de sus colegas de varios países industrializados que son de mayor tamaño corporal. No obstante, también es cierto que hay una gran dispersión, destacándose algunos combatientes por su excelente condición mientras que otros no son aptos para labores de gran demanda energética. Aunque es imposible encontrar un grupo humano homogéneo, de idénticas condiciones físicas, un buen proceso de selección debe apuntar al menos a excluir aquellos que podrían estar expuestos a riesgos o podrían exponer a sus compañeros debido a su pobre condición física. En otras palabras el rango de variación debería ser lo más estrecho posible, por supuesto que nivelando hacia los niveles superiores de condición física. Esto no ocurrió en la muestra evaluada.

Antes de decidir límites para la selección de brigadistas forestales, es necesario hacer algunas reflexiones con respecto a la distribución de la capacidad aeróbica de los trabajadores forestales en general y de los brigadistas en particular, lo que se ilustra en la figura 1. Considerando las exigencias que impone el combate del fuego, es obvio que la selección de brigadistas debería considerar a los individuos de mejor condición física.

Figura 1.

Porcentaje de frecuencias acumuladas de la capacidad aeróbica (l/min) de una muestra de 110 brigadistas forestales evaluados a comienzos de la temporada 1999-2000



Una forma de encarar el problema, es lo que se ha propuesto para trabajadores de bosque, vale decir, tomar la media menos una desviación estándar, lo que reduce el límite a 2.7 litros de oxígeno por minuto. Si se observa la figura 1, se puede ver que este valor corresponde aproximadamente al percentil 10 de la muestra. De manera tal, que con este criterio el 90 % de los brigadistas eran físicamente aptos. Indudablemente que la pregunta fundamental es si un trabajador con 2.7 litros de capacidad aeróbica puede ser brigadista. En nuestra opinión, personas con menos de 2.7 litros de oxígeno por minuto de capacidad aeróbica, no tienen la condición más óptima para un trabajo que debe ser desarrollado con la mayor rapidez. La diferencia de un brigadista con un trabajador forestal común es que a este último se le pueden adecuar las exigencias de producción. Por esta razón, parece recomendable poner requisitos más selectivos, pero realistas. Una posibilidad es descontarle al promedio media desviación estándar, equivalente a 0.3 litros de

oxígeno. Esto pone el límite más bajo de capacidad aeróbica en alrededor de 3.0 litros de oxígeno por minuto, equivalente al percentil 32.

En primer lugar, es necesario señalar que existen otros criterios de aptitud física, incluyendo indicadores, que mencionaremos más adelante, como la capacidad aeróbica expresada por kilogramo de peso corporal, la cantidad de grasa corporal y la masa libre de grasa que es reflejo del desarrollo músculo esquelético. Estos se han considerado en la muestra de referencia, siguiendo criterios similares a los descritos para capacidad aeróbica, vale decir buscar personas con buenas condiciones dentro de las características de nuestra población. Es importante consignar que los indicadores sugeridos no pueden considerarse en forma aislada y rígida. Todos aportan información y deben ser analizados en conjunto. Por ello, las evaluaciones deben ser hechas por especialistas, que estén capacitados para interpretar los resultados y tengan la flexibilidad que se requiere cuando se contrasta información referente a parámetros fisiológicos y anatómicos. No hay que olvidar que la capacidad aeróbica, al igual que la masa libre de grasa, aumentan con el entrenamiento, mientras que la masa grasa puede disminuir con dietas adecuadas y ejercicio físico. Por esta razón es importante el criterio, ya que al momento de ser evaluados, personas que han tenido una actividad sedentaria en invierno, que estén ligeramente bajo los niveles de referencia, pueden superarlos fácilmente con una actividad y alimentación bien planificadas

3. Cambios de aptitud física durante una temporada

En la tabla 2 se puede ver una síntesis de las variables consideradas para este análisis. Como se puede ver en la tabla 2 aunque hubo diferencias significativas, particularmente entre el segundo y tercer control, las medias fueron bastante similares, lo que podría llevar a error ya que los cambios individuales revelaron tendencias importantes que conviene discutir por la implicancia práctica que esto puede tener.

Tabla 2.

Variaciones de la capacidad aeróbica, porcentaje de masa grasa y peso corporal durante la temporada de incendios 1999-2000

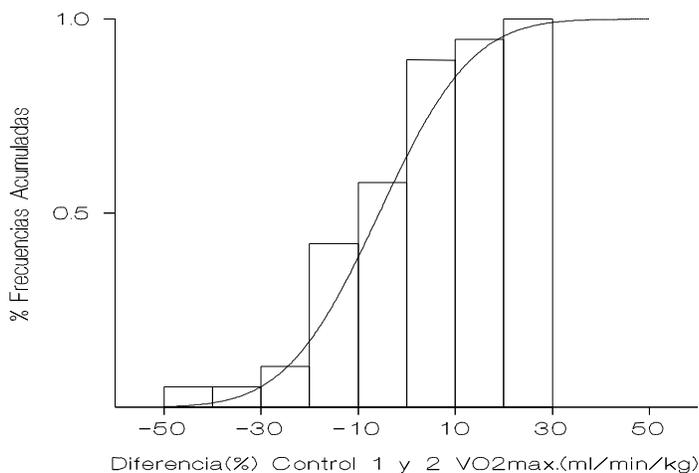
VARIABLES DE REFERENCIA	PROMEDIO	D.E.
CAPACIDAD AERÓBICA (l O₂/min)		
Control 1	3.35	0.60
Control 2	3.37	0.59
Control 3	3.22	0.66
CAPACIDAD AEROBICA (mlO₂/min/kg)		
Control 1	48.18	8.92
Control 2	48.64	9.36
Control 3	46.56♦	8.62
MASA GRASA (%)		
Control 1	16.58	4.88
Control 2	15.31	4.69

Control 3	16.14♦	4.65
♦Diferencias estadísticamente significativas con el control anterior Test t para datos pareados		

Para analizar lo aseverado en el párrafo anterior, en la figura 2 se puede ver un ejemplo de los cambios de la capacidad aeróbica expresada en kilogramos de peso corporal para el grupo total de trabajadores entre el control 1 y el control 2, en que medió un período de aproximadamente un mes.

Figura 2.

Frecuencias acumuladas de las diferencias de capacidad aeróbica expresada en mililitros de oxígeno por minuto y por kilogramo de peso corporal entre dos controles efectuados en un período de aproximadamente un mes.



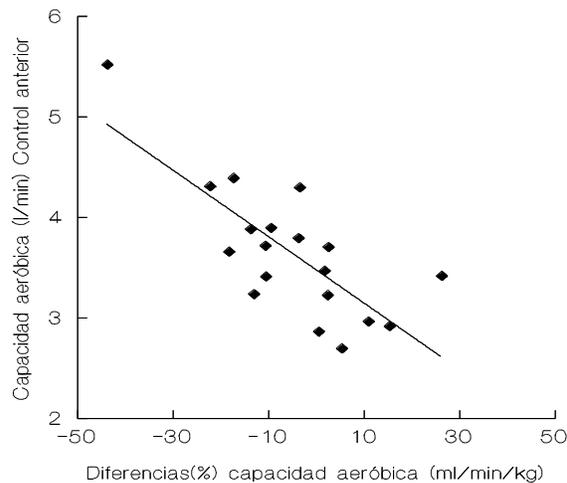
Como se puede observar en la figura 2, mientras algunos trabajadores mejoran notablemente su condición física, otros la empeoran en forma notoria. En mayor detalle, un 30% de la muestra disminuye su capacidad aeróbica en más de 10% y un 22% entre 1 y 10%, mientras que un 20 % mejora hasta 10% y el 28 % restante lo hace por sobre este nivel. Estas tendencias, en general, se dan en todo grupo humano. Sin embargo, en labores tan críticas como el combate del fuego se debería, en lo posible, tratar de mantener una tendencia más clara a la mantención y al aumento, pero no a las pérdidas de capacidad.

Este amplio rango de variación en los cambios de capacidad aeróbica, que se dio en prácticamente todas las brigadas evaluadas, tiene una connotación importante debido a que señalar que fue una temporada poco activa, sería un contrasentido ya que nadie duda que se debe prevenir y tratar de disminuir los siniestros. Entonces, no parece un buen argumento tener combatientes en óptima condición física sólo si hay un número considerable de incendios.

Por otra parte, es importante preguntarse ¿Quiénes mejoran y quiénes empeoran?. En todas las brigadas evaluadas y en todos los controles hubo una tendencia muy definida en que se observó una relación inversamente proporcional entre el nivel de capacidad aeróbica en el control anterior y los cambios de la misma variable al control siguiente. A manera de ilustración, en la figura 3 se puede ver la relación entre los cambios de capacidad aeróbica expresada por kilogramo de peso corporal entre el control 1 y el 2 y la capacidad aeróbica expresada en litros por minuto, evaluada en el control 1. Si bien los antecedentes son de una brigada, esta tendencia se dio en todas ellas, revelando que el grupo de personas que mejora es el que tiene la aptitud física más baja, mientras que en aquellos que constituyen realmente una “elite” se produce una baja en su respuesta al esfuerzo.

Figura 3.

Cambios de capacidad aeróbica en relación a la capacidad medida en el control previo ($R= 0.78$, $R^2 = 0.61$)



Lo que muestra la figura 3 es lógico ya que, como se señaló antes, la aptitud física no es una variable estática, pero desde un punto de vista práctico deben buscarse tácticas adecuadas para que los trabajadores que llegan con una condición inicial óptima, la mantengan o mejoren. Frente a este hecho, es importante analizar con los preparadores físicos de las propias empresas, que son personas muy capacitadas en el tema, algunas estrategias que permitan superar estos problemas.

4. Alimentación

4.1. Alimentación diaria

En la tabla 3 se resume el contenido de energía y nutrientes de la dieta que aportan las d empresas. En este informe, se hace un análisis global en conjunto sin identificarlas. El análisis se hizo empleando un programa computacional que contiene la energía y nutrientes de alimentos chilenos. Las minutas y el peso de

los alimentos fue proporcionado por las propias empresas. Los componentes de la dieta revelan algo característico de la alimentación de la población de trabajadores forestales. Se caracterizan por tener un alto contenido de hidratos de carbono. En el caso que se analiza, el aporte de proteínas fue adecuado. Con respecto a los lípidos, aún cuando los estándares no han sido bien delimitados, se recomienda que la ingesta de grasas no supere el 30 % del aporte de energía diario. En las dietas evaluadas, la media de ingesta de lípidos alcanzó un valor de 24 % del aporte energético.

En cuanto a la provisión de vitaminas, como se destaca en la tabla 3, se encuentran dentro de lo recomendable. Llama la atención el aporte adecuado de retinol, lo que es un avance, ya que el déficit de Vitamina A ha sido característico de las dietas de los trabajadores forestales chilenos.

Con respecto a la distribución de los alimentos, en la tabla 4 se puede ver que el almuerzo y la cena son las comidas de mayor aporte, lo que es parte del hábito de estos trabajadores. Por lo general, se recomienda distribuir los alimentos en porciones no muy abundantes, ingiriéndolos un número mayor de veces al día. Esto podría tener importancia práctica en el caso de los combatientes, por ejemplo, si deben salir inmediatamente después de almuerzo. Sin embargo, cualquier cambio en este sentido debe ser acompañado de una seria campaña educativa. Nuestra experiencia nos indica que las modificaciones que apunten a reducir el tamaño de algunas comidas, aún cuando se mantenga o mejore la cantidad y calidad promedio diaria, va acompañada de un rechazo por parte de los trabajadores. Este es un aspecto que se analizará más en detalle en la presente temporada.

Tabla 3.

Promedio de energía y nutrientes de las dietas aportadas diariamente a los combatientes forestales por las empresas e instituciones que participan en el proyecto

ENERGÍA Y NUTRIENTES	
Energía (Kcal)	4108
Proteínas (g)	136
Lípidos (g)	113
Carbohidratos (g)	662
Retinol (µg)	1281
Tiamina (mg)	3.38
Riboflavina (mg)	1.76
Niacina (mg)	25.34
Acido Ascórbico (mg)	165

Tabla 4.

Aportes de cada comida diaria

Comida	Kcal
Desayuno	844,05
Almuerzo	1475,50
Colación	582,43
Cena	1303,91

4.2. Alimentación para el combate del fuego

El tema de la dieta para el combate del fuego es bastante crítico. Lo más importante no sólo es proporcionar energía para el trabajo, sino que también evitar la deshidratación producto de la exposición a altas temperaturas. Por supuesto que, tanto las pérdidas de líquido como las necesidades energéticas están relacionadas con el tiempo de exposición. Lo que si se puede destacar categóricamente es que la dieta debe ser rica en líquidos. La pérdida de sudor, dada las condiciones de trabajo puede llegar a ser muy alta, tema que se verá al discutir los ensayos de construcción de líneas. En todo caso, es importante destacar que el límite que la legislación chilena sobre trabajos pesados tiene como referencia para tipificar un trabajo en esta categoría, son 350 gramos de sudor por hora para jornadas de 8 horas.

En las evaluaciones efectuadas durante el combate de incendios, se midió temperaturas de globo superiores a 50 °C. Con este antecedente se hizo una aproximación teórica a la cantidad de sudor previsible y como se puede ver en la tabla 5, las cifras pueden superar los 2 litros por hora. Por esta razón, es muy importante la provisión de líquidos que debe estar disponible en cantidades adecuadas. Sabemos que no es conveniente sobrecargar a los brigadistas con más peso, pero lo importante es buscar una forma de hacerles llegar este elemento y, en alguna medida, estimularlos a que consuman líquido. La sed es un mecanismo muy engañoso y frente a la presión del incendio, es posible que en algunos momentos ni siquiera piensen en hidratarse.

Tabla 5.

Sudoración estimada para una hora de trabajo a dos niveles de gasto de energía para condiciones encontradas en incendios ocurridos en la temporada pasada. Los valores son sólo estimativos y no se pueden proyectar linealmente para períodos más largos.

Temperatura		Gasto de energía 5 kcal/min	Gasto de energía 7.5 Kcal/min
Bulbo Húmedo	De Globo	Litros sudor por hora	Litros sudor por hora
31	40	1.1	1.5
33	40	1.6	1.7
31	45	1.7	1.8
33	45	1.9	2.0
31	50	2.0	2.1

33	50	2.1	2.2
----	----	-----	-----

En cuanto al tipo de líquidos que debe entregárseles, hoy en día existen una serie de bebidas denominadas “deportivas”, de buen sabor, que contienen glucosa o derivados y electrolitos en cantidades equilibradas para facilitar la absorción intestinal. Por ejemplo, el “Gatorade “ y el “Bliss Sport” son productos preparados especialmente para deportistas que contienen 6% de glucosa por litro. Este líquido aporta 240 kilocalorías y contiene carbohidratos en justa medida. Según estudiosos del tema, no es conveniente dar bebidas con concentraciones mayores al 6% de glucosa. Existen bebidas nacionales similares, pero en general son de alto costo y se está estudiando la propuesta de una fórmula similar que pueda ser preparada en los campamentos. Por ejemplo, Cynthia Hall, citada por Osorio (1999) propone lo siguiente:

- ◆ Media taza de jugo de naranja fresco
- ◆ 1 cucharada sopera de jugo de limón fresco
- ◆ ¼ de cucharita de té de sal
- ◆ Agua para completar 2 litros
- ◆ 2 cucharadas soperas de azúcar

Si bien en este momento se pueden dar algunas orientaciones generales, es necesario recabar mayor información sobre perdidas de líquido y gasto energético en el combate de incendios reales, lo que está presupuestado para la próxima temporada. Hay que observar que bebidas como las anteriores aportan también una cantidad de energía. Por lo tanto el ajuste detallado y la combinación con otros alimentos que es necesario consumir en períodos prolongados de trabajo, conviene hacerlo sobre la base de antecedentes objetivos recopilados durante estudios de terreno más detallados.

5. Construcción de líneas

Durante la temporada 1999-2000, se realizaron ensayos en construcción de líneas para diferentes tipos de combustible. Aunque en forma preliminar se han observado tendencias de interés para la organización del trabajo que se presentarán a continuación:

5.1. Líneas de fuego, métodos y herramientas utilizadas en Chile

La línea de fuego o línea es una faja despejada de vegetación con un raspado de los materiales hasta el suelo mineral, de un ancho de 0.4 a 1 metro, que se construye o instala en el momento mismo del incendio. (Julio, 1996).

En Chile, el método de trabajo para la construcción de líneas de fuego mas usado, es el método progresivo funcional, que consiste en que los combatientes se ubiquen en una fila, manteniendo permanentemente su misma posición relativa y avanzando a igual velocidad. Este método permite un mejor aprovechamiento del

personal y herramientas, facilita la supervisión y permite que el trabajo se realice con mayor seguridad frente a posibles accidentes. (Meza, 1979)

En la construcción de una línea de fuego, en que se utiliza el método progresivo, la unidad de trabajo es la cuadrilla cuyos hombres van separados por una distancia de 2 a 3 metros. Cada hombre, a medida que va avanzando va ejecutando una parte del trabajo en forma tal, que al último componente de la cuadrilla le corresponde completar totalmente la construcción de la línea. (Brown, Davis, 1973)

En relación a las herramientas utilizadas para construir una línea, no existe una regla fija respecto al tipo de herramientas a utilizar, porque ello depende de las características del terreno, del modelo de combustible y de la cantidad de combatientes en la línea. Usualmente las herramientas más utilizadas son las siguientes: rozón, pulanski, motosierras y McLeod. Otras herramientas también utilizadas, pero en menor escala, son rastrillo, pala y batidores (Julio, 1996).

5.2. Resultados de las evaluaciones en la construcción de líneas

Se realizaron quince evaluaciones en cuadrillas completas. Los ensayos se llevaron a cabo generalmente en horas de la mañana, y tuvieron una duración de 15 minutos. A cada combatiente se le equipó con un reloj Polar Vantage que es capaz de medir y almacenar la frecuencia cardíaca. Esto nos permite estimar el porcentaje de carga cardiovascular simultáneamente en todo los trabajadores. Se evaluó también el rendimiento, la pendiente del terreno y las condiciones climáticas.

5.2.1. Rendimientos en la construcción de líneas

El tipo de información recopilada sobre rendimientos y otras variables se puede observar en la tabla 6. En ella se destaca el rendimiento en metros por hombre, en metros por minuto y metros totales, información que es útil para ser cotejada con lo observado en incendios reales. Si se compara los metros totales en los 3 ensayos que cubren en ese tiempo, una brigada podría controlar en 15 minutos un incendio de una superficie de hasta 0.0404 ha.

Tabla 6.

Resultados de estudios efectuados durante la construcción de líneas

Tipo de Combustible	Pi >8 años c/m	Eu >10 años	Pi >17 años c/m
Nº de Brigadistas	6	5	5
%CC (promedio)	84,5	70,6	77,2
Pendiente	5%	20%	20%
Ancho de línea (cm)	100	100	105
Mt x hombre	20,5	25,5	26,4

Mt x minuto	8,2	8,5	8,8
Metros totales	123	127,8	132,15
Tiempo (minutos)	15	15	15
¹ Perímetro aprox. de un incendio de 0.0404ha	106-140	106-140	106-140

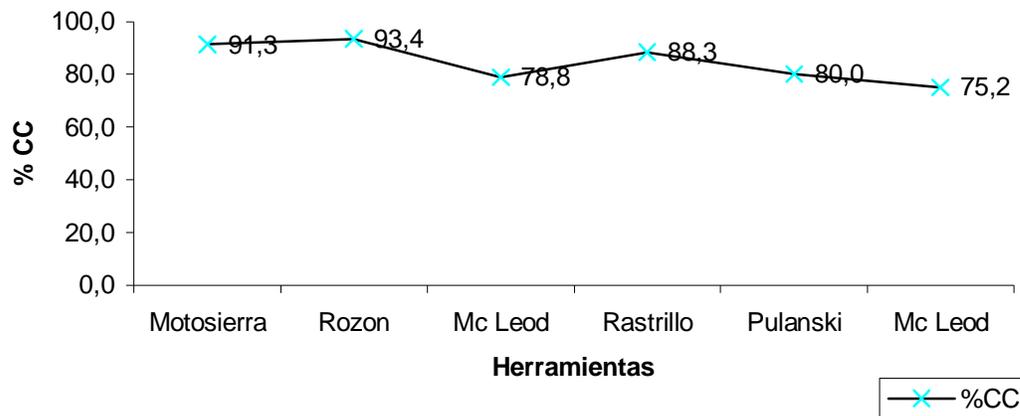
¹ Perímetro aproximado de un incendio de 0.0404 ha, según Meza, 1977

Cabe destacar que, los niveles de carga cardiovascular (%CC) asociados a estos rendimientos serían imposibles de sostener en casos de incendios de mayor duración. A manera de ejemplo, trabajadores después de 15 minutos haciendo un trabajo de esta intensidad requerirían un tiempo mínimo de descanso equivalente al 60% del tiempo trabajado. De mantener el ritmo, los combatientes sufrirían un colapso en corto tiempo al llegar al agotamiento total. Lo que normalmente ocurre es que bajen la intensidad del esfuerzo en la medida que se prolonga el tiempo de trabajo.

Como ejemplo de los niveles de carga cardiovascular en una cuadrilla en que los trabajadores empleaban distintas herramientas, la figura 4 muestra uno de los ensayos. Esta prueba fue realizada en una plantación de pino, de entre 8-10 años, con poda y con los desechos aún en el lugar, en horas de la mañana con una temperatura media de 17 °C.

Figura 4.

Variaciones de la carga cardiovascular en los integrantes de una brigada como promedio de 15 minutos de construcción de líneas



La figura 4 nos muestra dos tendencias claras, que en general se apreciaron en los demás ensayos:

- ◆ La alta carga cardiovascular que presentó el grupo completo, lo que revela que es un trabajo muy pesado
- ◆ La carga de trabajo tiene una relación proporcional con la posición del brigadista dentro de la línea de fuego, tendiendo a ser menor en los que van rematando la tarea.

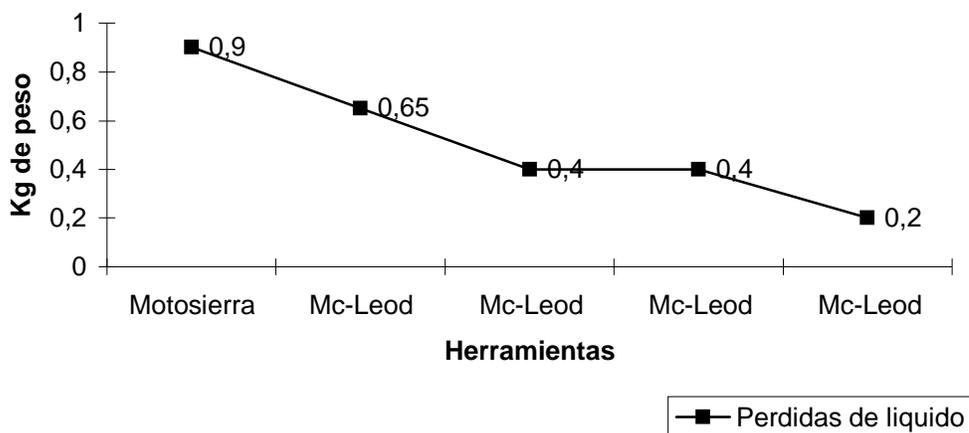
5. 3. Perdidas de Líquidos en la construcción de líneas

Para evaluar la pérdida de líquidos en los brigadistas, estos fueron pesados en shorts antes y después del ejercicio.

El ensayo que se muestra en la figura 5 fue realizado a las 16:00 hrs y con una temperatura de 19°C. Como se puede observar, las pérdidas de peso van en un rango que oscila entre 0.2 Kg y 0.9 Kg, esta última cifra fue alcanzada por los motosierristas. Es importante destacar que este ensayo se hizo a una temperatura neutra muy inferior a la que se alcanza en un incendio y que sólo duró 15 minutos.

Figura 5.

Perdidas de peso durante 15 minutos de construcción de líneas.



Las cifras indicadas en la figura 5, en el caso de los valores más altos, no se pueden proyectar indefinidamente en el tiempo. La intensidad del esfuerzo desarrollado en los 15 minutos de construcción de líneas fue excesivamente alto, lo que es corroborado por los niveles medios de frecuencia cardíaca para el período de trabajo. Es casi imposible que un brigadista mantenga ese ritmo por tiempos mucho mayores, por lo que necesariamente o se detiene o hace una pausa dinámica disminuyendo la velocidad de trabajo o cambiando a una actividad más liviana. De cualquier manera, diversos estudios indican que una persona que realiza trabajos físicos intensos, en un ambiente caluroso, puede perder 2 litros de sudor por hora y aún más.

6. Comentarios finales

Como se ha discutido en el texto precedente los resultados de este proyecto son preliminares. Sin embargo, revelan que las demandas de trabajo físico a que están expuestos los brigadistas forestales son de alto riesgo, razón por la cuál es necesario seguir investigando en el tema de manera de hacer más eficiente estas labores que tienen un costo social y económico de gran magnitud.

7. Bibliografía.

Apud, E., Gutierrez, M., Lagos, S., Maureira, F., Meyer, F., Espinoza, J. "Manual de Ergonomía Forestal", Proyecto Fondef D96/1108, Universidad de Concepción-Fundación Chile, Chile, 1999

Brown. A, Davis., K. "Forest Fire Control and Use", Mc-Graw-Hill Book Company, U.S., Second Edition, USA, 1973.

Icona, "Técnicas para defensa contra Incendios Forestales", Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, España, 1986.

Julio, G. "Prognosis y Gestión en Control de Incendios Forestales", Actas del Taller Internacional, Chile, 1995

Julio, G., "Fundamentos del Manejo del Fuego", Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile, Chile, 1996.

Meza, S., "Rendimiento en construcción de líneas de Fuego", Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile, Chile, 1979.

Osorio, J. " Supernutrición para superdeportistas" , Ed. Fitness del Pacífico Ltda, Chile, .1999.