

APLICACIONES DE LA ERGONOMÍA A LA COSECHA

Elias Apud y Felipe Meyer
Silvoargentina II, Eldorado, Misiones. 26-29 de septiembre de 2001. Pag. 54-68

INTRODUCCION

Cuando se describe el medio ambiente, algunos especialistas destacan que es necesario considerar al menos dos ángulos: el de los científicos naturales y el de los científicos sociales. Señalan también que los primeros se refieren al medio ambiente físico o natural, enfatizando su degradación, mientras que los segundos al ambiente social o socio-cultural "subrayando las normas de comportamiento social que conducirían al hombre en el futuro a situaciones en que su supervivencia sería puesta en peligro ". A nuestro juicio, un aspecto fundamental que debería sumarse a los anteriores es el estudio del medio ambiente laboral cuyos efectos sobre la población trabajadora no son futuro sino presente. Esto se ve reflejado en altas tasas de accidentes y enfermedades ocupacionales, en baja productividad y en magros salarios que, sin duda, tienen una enorme importancia en las conductas sociales y en el bienestar de la población.

El presente texto, tiene como propósito hacer algunas reflexiones, basadas en la experiencia adquirida en los 30 años de existencia del Laboratorio de Ergonomía de la Universidad de Concepción, acerca de las necesidades ergonómicas actuales, para mejorar las condiciones de trabajo, en particular en el sector forestal. La experiencia indica que para evitar los riesgos que traerán consigo los sistemas automatizados del futuro, la preocupación porque estos sean ergonómicamente diseñados debe comenzar en la actualidad. No se puede esperar que estos sistemas se encuentren en funcionamiento para preocuparnos de sus efectos. Está claramente demostrado que, particularmente en países tecnológicamente dependientes, modificar sistemas de sofisticadas características y alto costo es casi una utopía. Por ello, la preocupación por el futuro es un problema que debe empezar a anticiparse desde ahora. Sin embargo, es preocupante ver como erróneamente muchas veces la Ergonomía sólo se asocia a actividades mecanizadas. La pregunta es: ¿que sucede con los trabajadores en la América Latina de hoy?. Es fácil comprobar cómo en el sector forestal sistemas altamente automatizados coexisten con formas muy simples de trabajo en que el esfuerzo humano sigue siendo la fuente de energía más importante. Por ejemplo, estadísticas del Instituto Forestal de Chile, revelan que en 1990 existían en el país 1.618 aserraderos. El contraste lo demuestra el hecho que 31.2 % de la madera de pino aserrada para exportación era producida por 7 aserraderos de alta tecnología, mientras que un 35.2 % era elaborada por 1.107 aserraderos, la mayoría de ellos móviles que hacían uso de sistemas muy elementales. En consecuencia, la Ergonomía en nuestro medio debe abarcar todo el espectro del trabajo humano, si el objetivo es mejorar las condiciones de seguridad, salud y bienestar laboral e incrementar la eficiencia en nuestras empresas, sean estas pequeñas, medianas o de gran tamaño.

Desde un punto de vista ergonómico se considera que el hombre, en cualquier actividad que desempeñe actúa como una "central de comunicación", que percibe información del ambiente, la elabora en base a conocimientos previamente adquiridos y habitualmente ejecuta sus decisiones mediante su sistema efector, constituido por las cuatro extremidades. Mientras más simple es un trabajo, por lo general, mayores son las necesidades de fuerza y movimiento. Por el contrario, en actividades mecanizadas, aumentan las demandas de percepción y toma de decisiones, con un escaso componente de trabajo físico. Este simple esquema, "percepción-decisión-acción", tiene una importancia básica en la ejecución de una actividad y se requieren conocimientos de anatomía, fisiología y psicología humanas para establecer los límites de demanda que, en cada etapa de este circuito, el trabajo puede exigir al hombre.

La baja eficiencia, numerosos accidentes atribuidos a acciones inseguras, la presencia de fatiga y muchas enfermedades, pueden tener su causa en la imposición de demandas de percepción, de procesamiento de información y toma de decisiones o de respuesta mecánica superiores a la capacidad del ser humano. En el análisis ergonómico también se considera el medio físico en el cual se efectúa un trabajo. El ruido, las vibraciones, el calor, el frío, la altura, los productos tóxicos etc., cuando exceden ciertos límites, pueden provocar enfermedades y alterar el bienestar. En algunos casos, aunque estos agentes se mantengan bajo niveles que puedan provocar enfermedad, pueden ser causa de stress ocupacional y llegar a producir problemas psicológicos en los trabajadores.

Lo destacado en el texto precedente, engloba los problemas inherentes al puesto de trabajo y el ambiente físico, pero hay muchos otros factores que no dependen del lugar de trabajo en sí, sino que de la organización del sistema en que cada actividad está inserta. De manera que, el concepto moderno de Ergonomía, considera el análisis de las actividades de un trabajador como parte de un sistema que en su conjunto debe ser eficientemente diseñado.

Estos principios tan lógicos son difíciles de llevar a la práctica por diversas razones. Una de las más importantes es que no existe un especialista único capaz de entender y dar solución a los múltiples y diferentes problemas

laborales. Por esta razón, el carácter multidisciplinario de la Ergonomía reviste cada vez más importancia y los motivos que el distinguido psicólogo británico .F.H. Murrell esgrimió en 1949, para proponer este término derivado del griego, tienen plena vigencia "es una palabra simple, que se puede traducir a cualquier idioma y, lo más importante, que no otorga preponderancia a ninguna especialidad en particular, lo que resalta su carácter multidisciplinario". En este contexto, es necesario hacer una diferenciación entre lo que podríamos denominar estudios básicos, estudios ergonómicos aplicados y aplicaciones propiamente dichas. Si se considera que el diseño ergonómico del trabajo apunta al buen uso de las capacidades del hombre con respeto por sus limitaciones, es necesario investigar para conocer con la mayor certeza los límites humanos y así realizar acciones para evitar que el trabajo sobrepase las capacidades física y mental de los trabajadores. Por otra parte, el puente entre el conocimiento básico y las aplicaciones, lo constituyen las investigaciones ejecutadas con fines correctivos en actividades ya existentes y los estudios anticipativos realizados en el estado de planificación de un trabajo. Por último, la acción final que implica implementar sistemas de trabajo basados en resultados de los estudios multidisciplinarios previos, es una decisión que toman los empresarios y, principalmente, los ingenieros involucrados en los procesos productivos.

La principal dificultad para transferir a la práctica las recomendaciones ergonómicas es la falta de información que, por lo general, hace temer un incremento en los costos. Por otra parte, los trabajadores desconfían de los estudios ya que les atemoriza que sus resultados puedan utilizarse para ponerles exigencias aún mayores. También es habitual la falta de diálogo entre los especialistas preocupados de la protección de las personas y aquellos que tienen la tarea de cumplir con los requerimientos de producción. Es peligroso caer en generalizaciones y, sin duda, existen excepciones, pero la falta de diálogo es innegable. Desde este punto de vista, un modelo ergonómico exitoso sólo puede lograrse con criterios integrativos. En otras palabras, no se puede conseguir una óptima productividad sin proteger a los trabajadores pero, también es cierto, que las empresas, para interesarse en la protección de quienes realizan los distintos trabajos, necesitan visualizar que esto puede lograrse sin deterioro de la productividad. Es obvio que el equilibrio sólo puede conseguirse en la medida que las empresas asuman el real concepto de tecnología apropiada, definida como aquella que utilizando las capacidades del hombre, pero respetando sus limitaciones, permite una alta productividad.

Por lo expuesto, la promoción de la Ergonomía requiere una seria labor de difusión, de manera que todas las personas involucradas, desde trabajadores a ejecutivos, comprendan cuáles son los objetivos de los estudios ergonómicos y los beneficios que se pueden lograr con su aplicación. No obstante, no son muchas las oportunidades de formación en esta disciplina. En Chile, por ejemplo, el laboratorio de Ergonomía de la Universidad de Concepción desde su creación, viene desarrollando actividades de extensión en la forma de charlas, demostraciones prácticas y cursos de Ergonomía, orientados a diferentes estamentos de la industria. De igual importancia han sido los cursos curriculares de Ergonomía que se dictan a estudiantes de Ingeniería, que han permitido que las nuevas generaciones de ingenieros egresados de nuestra casa de estudios inicien su vida profesional con ideas claras sobre los problemas de adaptación del trabajo al hombre. Estos profesionales se han incorporado a otras universidades, empresas e instituciones, lo que ha permitido ampliar la enseñanza y también la ejecución de estudios ergonómicos que las mismas empresas solicitan cada vez con mayor frecuencia. Más importante aún, es que los resultados de estos estudios se estén aplicando para beneficio de los trabajadores chilenos y que los ejemplos de experiencias exitosas motiven a otras empresas a integrarse a la tarea de mejorar las condiciones laborales. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, la Ergonomía es aún una disciplina poco conocida y la capacitación necesita incrementarse a todos los niveles.

ERGONOMIA APLICADA AL SECTOR FORESTAL

Se ha señalado antes que en América Latina una parte importante de la población subsiste en base a su propio esfuerzo muscular accionando herramientas de bajo costo, de corta vida útil y que, por ser cambiadas frecuentemente, pueden mejorarse y reemplazarse sin que las empresas deban incurrir en grandes inversiones. Este es un tema no superado y en el que la Ergonomía tiene aún mucho que aportar ya que se pueden lograr grandes incrementos en la productividad si a los trabajadores se les provee con los elementos básicos para realizar sus tareas, se mejora la organización del trabajo y se adaptan herramientas y accesorios a sus características. Sin embargo, no basta sólo con esto, sino que también se requiere considerar otros aspectos tales como alimentación, provisión de elementos de seguridad adecuados, capacitación y exigencias de rendimiento que no sobrepasen límites recomendables de esfuerzo físico. La adaptación ergonómica de los trabajos manuales no es fácil, pero con estudios sistemáticos se puede ir motivando a los empresarios para introducir cambios simples que incrementan el rendimiento laboral y el bienestar de sus trabajadores.

El ejemplo más claro es el desarrollo alcanzado en el sector forestal chileno que ha sido ampliamente analizado en dos libros editados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 1989, 1995) y en un "Manual de Ergonomía Forestal" recientemente publicado (Apud et al, 1999). Los primeros estudios en el campo forestal se orientaron a mejorar las condiciones de vida en los campamentos, que son los hogares temporales para estos

trabajadores. Los dormitorios, áreas de recreación y comedores que habitualmente usaban estaban lejos de las condiciones mínimas de higiene y comodidad. Lo mismo ocurría con la alimentación, que en trabajos manuales de alta intensidad, debe ser aportada en cantidad suficiente para equilibrar los requerimientos calóricos y de nutrientes que demandan estas tareas.

Cumplidos los requisitos básicos de vivienda, alimentación y recreación, los trabajadores requieren ser capacitados, siendo esta la instancia precisa para reforzar técnicas seguras de trabajo. Las etapas descritas son una condición previa a la adaptación ergonómica de herramientas, técnicas y métodos de trabajo. Los resultados hasta ahora obtenidos han sido francamente auspiciosos. Para dar sólo un ejemplo, de los resumidos en el libro publicado por OIT (1995), cuando se iniciaron los primeros estudios ergonómicos para evaluar carga fisiológica y rendimiento en faenas de plantación forestal, la cifra promedio de rendimiento alcanzaba alrededor de 400 plantas por jornada. La adaptación ergonómica de una pala diseñada en Nueva Zelanda para trabajadores muy distintos a los chilenos, la recomendación de aumentar la energía en la alimentación a 4.500 kilocalorías diarias, el rediseño de la caja para el transporte de plantas y una nueva forma de organización para la entrega de las cajas con plantas en los lugares de trabajo, permitió aumentar el rendimiento medio a cifras cercanas a 800 plantas por jornada, con una carga física dentro de márgenes aceptables para jornadas de ocho horas. Este aumento cercano al 100%, benefició a empresarios y trabajadores, ya que éstos últimos han podido acceder a un mejor salario por el mayor rendimiento y la calidad de su trabajo, Apud et al (1999).

Un criterio importante para la selección de alternativas tecnológicas, es que en nuestros estudios se ha evaluado la sobrecarga fisiológica, mediante mediciones de consumo de oxígeno y frecuencia cardíaca, como indicadores de gasto de energía y carga cardiovascular respectivamente, Apud Bostrand, Mobbs y Strehlke(1989). También se han realizado amplios estudios para conocer la aptitud física de los forestales chilenos y así definir el rendimiento que se puede esperar de ellos, trabajando por debajo de los umbrales de fatiga. A menudo los estudios tendientes a evaluar rendimientos de referencia frente al uso de distintas herramientas y métodos de trabajo, se realizan sólo en base a estudios de tiempo. Sin embargo, lo más importante que aportan los estudios fisiológicos, es que permiten establecer rendimientos de referencia basados en la capacidad de nuestras propios trabajadores. En muchos casos, se trata de emular estándares extranjeros, sin considerar que han sido obtenidos en poblaciones distintas y en condiciones de trabajo diferentes. Esta situación puede llevar a los trabajadores a enfrentar su diaria tarea sometidos a niveles de sobre esfuerzo físico que se traducen en fatiga, lo que contribuye al aumento de los accidentes.

Los criterios aplicados en el estudio de trabajos físicos pesados, han permitido superar lo meramente descriptivo. En otras palabras, la orientación no ha estado sólo en seguir cuantificando cuantos accidentes se producen, cuales son las deficiencias de alimentación o de vivienda en los campamentos, etc., sino que sobre la base de los conocimientos existentes se han buscado soluciones para superarlos con la participación de empresarios y trabajadores. A nuestro juicio los avances son perceptibles y así lo demuestran los estudios que se han efectuado para cuantificar los cambios producidos en el sector forestal, (Apud e Ilabaca 1991). Más aún, la mancomunidad de esfuerzos entre Universidad y Empresas queda de manifiesto con la adjudicación de un proyecto concursable, con recursos estatales del Fondo de Fomento (FONDEF), cuya principal fortaleza ha sido el apoyo de 11 de las compañías forestales más grandes del país. Estos proyectos han aportado recursos para investigación, pero tan importante como eso, para hacer una transferencia sistemática de conocimientos a trabajadores, contratistas y empresarios, para mejorar las condiciones de trabajo e incorporar tecnologías apropiadas. Para los interesados en recabar información detallada sobre los temas analizados se recomienda revisar el "Manual de Ergonomía Forestal" antes referido en la siguiente pagina WEB: www.udec.cl/ergo-conce.

RENDIMIENTO, TRABAJO FISICO Y CALOR: UN PROBLEMA IMPORTANTE EN MUCHAS REGIONES DE AMERICA LATINA.

Respuesta humana al calor

El calor, tiene efectos fisiológicos sobre los trabajadores, ya que su sistema cardiovascular no sólo se ve sobrecargado por efecto del trabajo físico, sino que también, por las altas temperaturas que ellos deben soportar. En otras palabras, idéntico trabajo efectuado en un ambiente templado resulta más liviano que en un ambiente de alta temperatura, por lo que fisiológicamente hablando, el rendimiento debería ser inferior cuando se está expuesto al calor.

Durante el trabajo muscular liviano la producción de calor puede ser 2 a 4 veces más alta que en reposo, mientras que durante el trabajo muscular pesado, puede alcanzar 8 a 20 veces el nivel de reposo. Como la temperatura óptima del cuerpo debe mantenerse en un rango entre 36.5°C y 37°C, los seres humanos tienen mecanismos de regulación que les permiten disipar el calor excesivo. Es importante mencionar que la eficiencia mecánica humana no es muy alta, lo que quiere decir que en muchas actividades, de la energía generada por el trabajador, un porcentaje superior al 70% es energía calórica.

Para mantener la temperatura estable, el calor debe ser transportado desde los órganos que lo producen, básicamente los músculos en trabajo, hacia la superficie que emite calor, representada por la piel. Este transporte de calor es ayudado por los siguientes ajustes del sistema cardiovascular:

- Aumento del flujo sanguíneo
- Aumento de la frecuencia cardíaca
- Vasodilatación de los vasos sanguíneos de la piel.

El calor, al llegar a la superficie del cuerpo se disipa al ambiente por convección y radiación. La cantidad de calor perdido por convección depende de la gradiente entre la temperatura de la piel y del aire y de la velocidad del viento. El intercambio por radiación se produce por las diferencias de temperatura entre la piel y las superficies circundantes.

Cuando la transferencia de calor al ambiente no es suficiente, debido a altas temperaturas del aire o radiantes, la evaporación del sudor se transforma en la forma principal de eliminar calor. El grado de pérdida de calor por evaporación del sudor depende de la diferencia de presión de vapor de agua entre la piel y la atmósfera circundante. También está influenciada por el movimiento del aire. Es conveniente mencionar que una alta humedad puede imponer severas limitaciones a la disipación del calor metabólico, especialmente en actividades que requieren un alto gasto de energía. Esto es particularmente verdadero si la humedad está combinada con altas temperaturas del aire o radiantes. En tales casos, puede incluso ser imposible realizar cualquier trabajo físico.

La tensión y el riesgo originado por el calor debido a las condiciones térmicas, dependen del efecto combinado de la temperatura ambiente, la humedad, la velocidad del aire y la radiación, así como también del esfuerzo físico, del vestuario y de las características propias del trabajador.

Los efectos psicológicos que el calor produce en las personas se relacionan con su eficiencia para desarrollar funciones mentales y para rendir en trabajos físicos, aumentando la percepción de incomodidad e insatisfacción, la irritabilidad, disminución del estado de alerta y de concentración, aumento de las decisiones erróneas, sueño y fatiga.

Los signos y síntomas que más se destacan son:

- Calambres por calor. Pueden ocurrir cuando hay déficit de agua y de sal y son a menudo una etapa temprana del agotamiento por calor. Los síntomas son espasmos dolorosos en los músculos esqueléticos, siendo generalmente las piernas y abdomen los primeros en verse afectados
- Agotamiento por calor. Es una forma de desorden térmico, que puede ocurrir después de varios días de trabajar en el calor y por pérdidas de agua, pérdidas de sal o ambas. Los síntomas son una brusca elevación de la temperatura, lo que produce una vasodilatación periférica, con aumento de la frecuencia cardíaca y posible fallo de la presión arterial. De seguir trabajando, la persona puede sufrir náuseas o desmayo, la piel se pone pálida y fría y la sudoración es profusa
- Golpe calórico. Ocurre cuando fallan los mecanismos de control de la temperatura en el organismo. Se presenta en personas aparentemente normales que se desmayan repentinamente, sin presentar sudoración. Por el contrario, la piel se seca, está caliente y roja, la temperatura es de alrededor de 40°C con tendencia a subir, el pulso es rápido y fuerte y pueden haber signos de alteraciones cerebrales, como confusión mental, delirio, convulsiones o inconsciencia. El golpe por calor es una de las alteraciones más serias, pudiendo ser fatal.

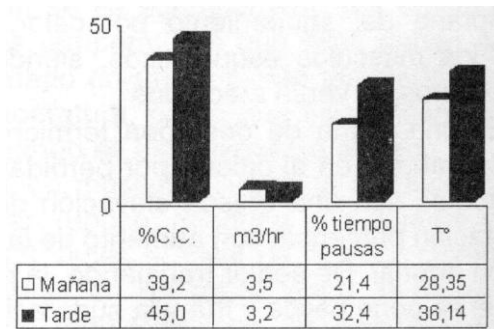
Efectos del calor en la eficiencia laboral

Se ha demostrado en diversas ocasiones que el rendimiento es menor cuando el trabajo se realiza en ambientes de alta temperatura. A manera de ejemplo, presentaremos antecedentes de un estudio realizado en motosierristas que realizaban labores de raleo en época de primavera-verano. Su labor consistía en voltear, trozar y desramar árboles que luego eran engavillados en el bosque. Al hacer un análisis de los factores que influían en el rendimiento laboral, mediante un proceso de regresión múltiple, se encontró que el 85% de la variación en el rendimiento podía ser explicado por cuatro variables. El volumen promedio de los árboles y la dedicación a las actividades principales demostró una influencia positiva, mientras que el número promedio de ramas por verticilo y la temperatura de bulbo seco tendieron a disminuir el rendimiento. El coeficiente de correlación simple, entre metros cúbicos promedio por hora de trabajo y la media de la jornada de la temperatura de bulbo seco alcanzó a - 0.69. Esta relación es clara en demostrar que a mayor temperatura menor es el rendimiento.

Otro ejemplo que demuestra el efecto negativo de trabajar en ambientes de alta temperatura, se constató en un grupo de hacheros que desramaban en verano en algunos días de intenso calor. En la figura 1 se observa la carga cardiovascular, el rendimiento, el porcentaje de tiempo dedicado a pausas y la temperatura ambiente para la jornada de la mañana y de la tarde. Como se puede verificar, tanto en la mañana como en la tarde la temperatura fue alta, aún cuando en la tarde es extremadamente alta para las condiciones habituales en Chile. Al comparar los resultados del trabajo efectuado en la mañana y en la tarde se puede ver que, en la tarde, a pesar que aumentan las pausas y disminuye el rendimiento, revelando que el trabajo efectuado es inferior al de la mañana, la carga

cardiovascular aumenta significativamente de 39 a 45%, lo que es un fenómeno común durante la exposición a calor.

Figura 1. Promedio de carga cardiovascular, tiempo de pausas, temperatura ambiente y rendimiento expresado en metros cúbicos por hora, durante trabajos de desrame con hacha. Resultados verificados en la mañana y en la tarde en días de verano de intenso calor



Evaluación de carga de trabajo en ambientes calurosos

Tres índices valiosos para la evaluación de la carga de trabajo en ambientes calurosos son la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca y la sudoración.

Aunque en teoría la medición de la temperatura corporal parece fácil, en la práctica la situación es diferente. El problema es que la temperatura del cuerpo no es uniforme. Las mayores gradientes se encuentran entre la piel y las áreas centrales profundas. Con el propósito de estudiar la carga de trabajo se requiere conocer esta última temperatura, la cual no es fácil de registrar. En su reemplazo, se ha intentado medir temperatura sublingual o axilar. Sin embargo, en la práctica, es fácil obtener valores más bajos que los reales, lo que lleva a subestimar la carga de trabajo. En la actualidad, existen sensores que se han usado experimentalmente para evaluar la temperatura interna, pero son de alto costo y, por lo tanto, difíciles de recomendar para evaluaciones de rutina.

Un buen método para evaluar la intensidad de un trabajo realizado en un ambiente caluroso es la frecuencia cardíaca. El gasto energético que demanda una actividad y la frecuencia cardíaca tienen una relación lineal. Sin embargo, la frecuencia cardíaca también aumenta por efecto del calor ambiental. Astrand y Rodahl (1986), muestran un buen ejemplo del efecto de la temperatura ambiental en la respuesta humana al trabajo. Ellos sometieron a ejercicio a un sujeto en una bicicleta ergométrica durante 45 minutos en un ambiente frío y en una fundición, donde la temperatura oscilaba entre 40 y 45°C. A pesar de que en ambos lugares el consumo de oxígeno fue 1.5 lt/min, la frecuencia cardíaca en la pieza fría alcanzó a 104 latidos por minuto, mientras que en el ambiente caluroso fue de 166 latidos por minuto. Este experimento sólo confirma que la frecuencia cardíaca es uno de los mejores indicadores para demostrar la intensidad de esfuerzos en que se combina trabajo muscular y exposición al calor. En otras palabras, la frecuencia cardíaca revela no sólo la carga en el sistema cardiovascular para transportar oxígeno, sino que también, el esfuerzo extra para llevar calor desde el interior del cuerpo hacia la piel. El límite aceptable para trabajo manual realizado en un ambiente caluroso, es el 40% de carga cardiovascular, lo que para sujetos jóvenes equivale a 115 latidos cardíacos por minuto.

Se ha señalado que la sudoración se puede transformar en la forma más importante de eliminar el calor en un ambiente de alta temperatura. Consecuentemente, la medición de la cantidad de sudor, es otro índice útil de la sobrecarga fisiológica. Información del Laboratorio de Ergonomía de la Universidad de Concepción, derivada de una recopilación de estudios de diversos autores, permite afirmar que una sudoración de 350 gramos por hora, como promedio de una jornada de 8 horas, indica que la carga calórica ha llegado a un nivel crítico.

La sudoración puede estar asociada, algunas veces, con disminución del contenido de agua en el cuerpo, lo que ocurre en aquellos casos en que los líquidos perdidos no son repuestos, pudiendo según la magnitud, producir deshidratación. Desde este punto de vista, la medición de la sudoración, además de permitir la estimación de la carga de trabajo, puede ayudar a establecer la necesidad de reponer los líquidos perdidos.

Una forma laboriosa pero simple, que ha sido probada en Chile (Apud et al, 1999), para estimar la sudoración, es a partir de mediciones de peso corporal antes y después del trabajo y pesando los alimentos y líquidos ingeridos durante la jornada, como asimismo la orina y las deposiciones.

Carga calórica ambiental

Habiendo analizado los métodos fisiológicos más comunes para evaluar la carga calórica, es necesario señalar que las mediciones de calor ambiental y humedad son útiles para establecer como contribuyen estas variables a la carga de trabajo. Los factores ambientales que se evalúan generalmente son:

- Temperatura del aire. Si la temperatura de la piel es más alta que la del aire, entonces el enfriamiento se producirá por convección
- Velocidad del aire. La velocidad del aire también afecta la convección y evaporación del sudor
- Humedad relativa. El aire saturado de humedad reduce la evaporación del sudor
- Temperatura radiante. Es la temperatura media de todos de los objetos adyacentes, incluida la radiación solar, e influye en el intercambio directo de calor entre el ser humano y dichos objetos.

Ha habido numerosos intentos por combinar las diferentes variables mencionadas, buscando un índice que las integre para determinar la sobrecarga térmica. Entre ellos, han tenido amplia difusión los índices de temperatura efectiva, la sudoración previsible en 4 horas (SP4 H) y el índice de Belding y Hatch y el índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH). Todos tienen algunas limitaciones, principalmente en la estimación del calor producido por el metabolismo durante el trabajo, el que generalmente es estimado de tablas de referencia que tienen bastante error.

Manejo ergonómico de los problemas de carga térmica en el trabajo forestal

En trabajos al aire libre hay cuatro factores muy importantes a considerar para mejorar el rendimiento sin poner en riesgo a los trabajadores. Estos son:

- Programación de pausas durante la jornada
- Buena hidratación
- Vestuario que permita una buena ventilación
- Limitación del trabajo físico a las horas de mayor temperatura

Pausas

Con respecto a las pausas, de acuerdo a criterios desarrollados en el Laboratorio de Ergonomía, se pudo establecer la frecuencia cardíaca de recuperación después de un período promedio de 12 minutos de trabajo pesado, a partir de la frecuencia cardíaca alcanzada al momento de iniciar la recuperación. Esto se puede observar en la tabla 1

Tabla 1. Frecuencias cardíacas de recuperación al primero, segundo y tercer minutos de descanso, según nivel de frecuencia cardíaca alcanzado al iniciar la recuperación.

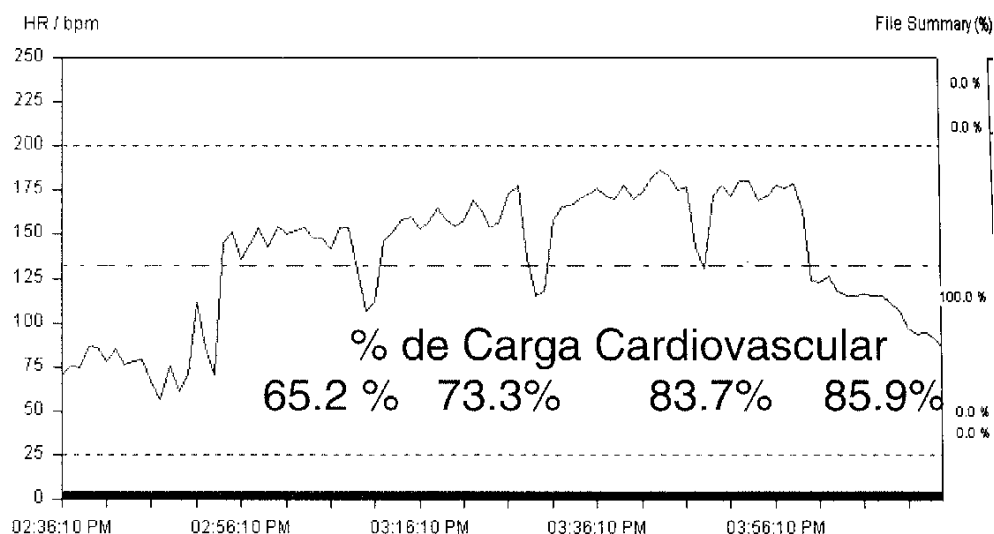
Frecuencia cardíaca antes de iniciar la recuperación	Frecuencia cardíaca de recuperación		
	Minuto 1	Minuto 2	Minuto 3
140	115	101	95
150	124	107	100
160	131	114	105
170	139	147	110
180	147	126	114

Los resultados incluidos en la tabla 1 revelan que la recuperación es más lenta mientras más alto el nivel alcanzado al momento de iniciarla. Esto tiene una enorme importancia en los tiempos de trabajo, la intensidad del esfuerzo y, consecuentemente en el rendimiento que se puede esperar de un trabajador forestal, ya que va teniendo un efecto acumulativo. Por ejemplo, un trabajador que se detiene a descansar un minuto cuando su frecuencia cardíaca llega a 170 latidos por minutos, iniciará el siguiente período de trabajo con una frecuencia cardíaca del orden de 147 latidos por minuto. En otras palabras, sin recuperarse. Si trata de mantener el mismo ritmo se irá cansando cada vez más hasta llegar a un punto en que no podrá continuar. Respaldo esta afirmación, en ensayos que duraron 1 hora con períodos de 15 minutos de trabajo y 3 minutos de descanso intercalados, hubo una clara tendencia a que la frecuencia cardíaca de trabajo y la de recuperación fueran incrementando a medida que pasaba el tiempo. Un claro ejemplo se puede ver en la figura 2, que muestra las variaciones de frecuencia cardíaca trabajando en las condiciones descritas.

Como se puede observar en la figura 2, la carga cardiovascular fue incrementándose después de cada período de trabajo, producto de que la recuperación fue siendo cada vez más incompleta. Este trabajador terminó agotado y en el cuarto período trabajó sólo diez minutos. En consecuencia, la dosificación de pausas es fundamental. Estas deben hacerse frecuentemente ya que, en la medida que el esfuerzo se prolongue, la recuperación toma más tiempo y el rendimiento disminuye progresivamente. En cosecha, cuando es posible, se debe instruir a los

trabajadores para que hagan las pausas a la sombra. En casos, como por ejemplo el trozado u otras labores realizadas en canchas, se puede instalar toldos para que los trabajadores se protejan en los descansos.

Figura 2. Carga cardiovascular promedio para 15 minutos de trabajo seguidos de 3 minutos de recuperación.



Hidratación

Como se señaló antes, cuando las pérdidas de calor por radiación y convección se ven limitadas por las altas temperaturas, la única forma en que el organismo puede disipar el calor es a través de la evaporación de sudor. A este respecto es importante señalar que no es el sudor que se produce el que tiene poder de enfriamiento sino que el que se evapora.

Las personas expuestas a calor y trabajo físico están muy propensas a sufrir deshidrataciones severas, particularmente cuando se trabaja a presión. Esto se debe a que la sed suele ser un mecanismo muy engañoso, de manera que si las personas no son estimuladas a beber, en muchos casos no lo hacen hasta sufrir algún grado de deshidratación. Los síntomas de deshidratación se pueden resumir como sigue:

Tabla 2: Sistemas de deshidratación

Deshidratación	Síntomas
1%	Sed
2%	Sed fuerte, incomodidad, sensación de opresión, pérdida de apetito
3%	Reducción de la orina, boca seca
4%	Mayor cansancio durante el trabajo, piel roja, impaciencia, somnolencia, apatía, náuseas, inestabilidad emocional
5%	Dificultad para concentrarse
6%	Aumento del pulso y la frecuencia respiratoria
8%	Mareos, dificultad para respirar y para hablar, sensación de debilidad, confusión mental
10%	Espasmos musculares. Incapacidad para mantener el equilibrio con los ojos cerrados, incapacidad general, delirio, lengua hinchada
11%	Insuficiencia circulatoria, disminución del volumen de sangre y falla de la función renal
15%	Muerte

Algunos trabajadores expuestos al calor señalan beber poco agua durante largos períodos y después ingerir grandes cantidades de líquido. Esta es una muy mala práctica, ya que el agua demora 20 a 30 minutos en distribuirse en el organismo. Es recomendable que la persona antes de exponerse beba un vaso de agua (aproximadamente 200cc) y si la sudoración es alta debería beber cantidades equivalentes cada 15 minutos.

A continuación se describirán algunos ensayos realizados en Chile para evaluar la sudoración durante trabajos forestales pesados. Los ensayos se hicieron entre las 14 y las 15.30 horas. Las temperaturas de bulbo húmedo, bulbo seco y de globo, se pueden ver en la tabla 3.

Tabla 3. Temperaturas medidas durante las evaluaciones de sudoración

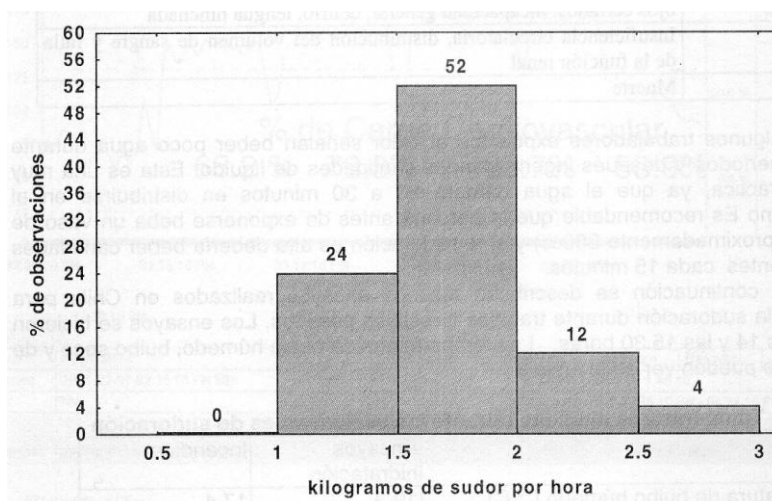
	Ensayos hidratación	Incendios
Temp del bulbo húmedo (°C)	19,3	17,4
Temp del bulbo seco (°C)	26,5	23
Temp del globo (°C)	28,4	44,7

En la tabla 4 se incluyen los valores de sudoración expresados en kilogramos por hora. La pérdida promedio de líquido alcanzó un 1.7 g, siendo el valor más alto registrado de 3.0 kg. La figura 3, que presenta la distribución porcentual de esta variable, refleja que el 52% de los trabajadores evaluados perdieron entre 1.5 y 2 kg. De sudor por hora, mientras que un 16% perdió entre dos y tres kg. De líquido.

Tabla 4. Pérdidas de sudor en 48 trabajadores evaluados durante construcción de líneas. El trabajo se organizó en 4 períodos de 15 minutos seguido cada uno de tres minutos de pausas.

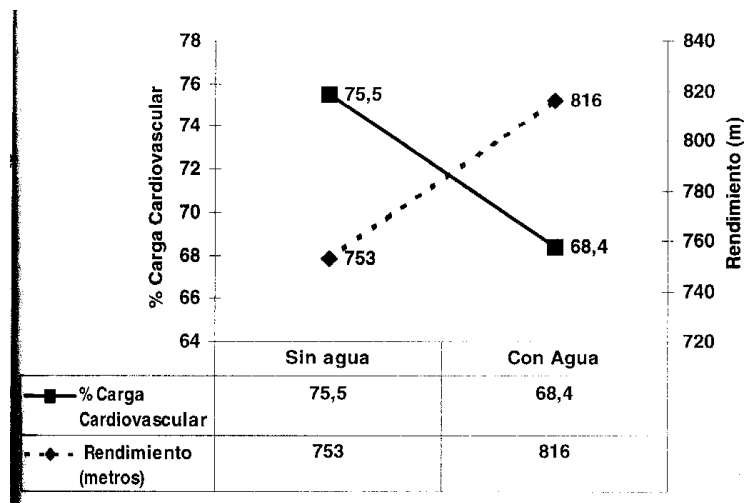
	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv. Standar
Sudor (Kg/h)	1,7	1	3	0,44

Figura 3. Distribución de las pérdidas de sudor durante la construcción de líneas



Por eso la hidratación de los trabajadores es de primordial importancia. Para ver el efecto de la hidratación adecuada, realizamos una serie de ensayos en construcción de líneas, en que se calcularon, los resultados sobre la carga física de trabajo y de recuperación con los trabajadores ingiriendo agua regularmente. En dicho caso, se les pidió que bebieran 250 cc, 15 minutos antes de comenzar a trabajar. En general, la gran mayoría manifestó que en ese momento no necesitaban líquido. Luego se hizo un esquema de trabajo con herramientas manuales en que las personas trabajaban 15 minutos y descansaban 3. Esto se repitió en 4 oportunidades. Se hizo otro ensayo, sin ningún tipo de bebida, señalándoles que al momento de sentir sed ingerieran líquido. Ninguno lo hizo. En la figura 4 se puede ver las variaciones en el porcentaje de carga cardiovascular y en el rendimiento alcanzado en el período total, bajo las dos condiciones evaluadas.

Figura 4. Porcentaje de carga cardiovascular y metros de línea construidos durante 1 hora de trabajo con pausas intercaladas de 3 minutos de duración, cuando el trabajo se hizo bebiendo agua y sin ingestión de líquido.



Si se observa la figura 4, se pueden ver las diferencias entre el trabajo realizado sin beber agua e ingiriendo este elemento. La carga cardiovascular media bajó de 75% a 68%, mientras que el rendimiento se incrementó de 753 a 816 metros por hora.

La información contenida en la figura 4 revela dos aspectos importantes. Primero, la carga de trabajo es mucho más alta cuando los trabajadores no se hidratan, lo que ha sido demostrado en investigaciones de laboratorio en que se ha encontrado que una pérdida de líquido de un litro, implica un aumento de alrededor de 8 latidos por minuto para igual trabajo. Esto se debe a que al no reemplazar el líquido se pone una carga indebida en el corazón que resulta en un deterioro del sistema de enfriamiento del cuerpo que es la circulación sanguínea. El resultado es un aumento de la temperatura interna, una disminución del rendimiento y riesgos de presentar síntomas severos.

La temperatura del agua para la bebida

Cuando se trabaja en ambientes de alta carga térmica, no sólo es básico reemplazar los líquidos perdidos, sino que también hay que considerar la temperatura de estos. Un aspecto muy importante es que las bebidas tienen que ser frescas. En estudios de terreno se ha podido detectar que el agua normalmente está a temperaturas altas, por lo que no resulta agradable al ser ingerida. Una forma de evitar el pasaje de la radiación calórica es utilizar elementos que la reflejen. El aluminio posee una alta reflectividad que supera el 90%. Ensayos realizados en el Laboratorio de Ergonomía de la Universidad de Concepción demostraron que la temperatura del agua almacenada en contenedores plásticos y expuesta a radiación calórica, no aumenta significativamente de temperatura cuando los contenedores son forrados en materiales aluminizados, a diferencia de la exposición sin protección, en que el agua sometida a idénticas condiciones, aumentó 16° C en 1 hora.

Vestuario, accesorios y elementos de protección personal.

El principal problema con el vestuario, es que sólo considera los factores externos. Sin embargo, un sujeto expuesto a trabajos físicos intensos, genera grandes cantidades de calor que, como se analizó antes, tiene que ser eliminado al ambiente. En otras palabras, cuando una persona experimenta una sensación de calor, esto se debe principalmente a las dificultades que tiene para eliminar el calor que produce. De manera que en el caso de los trabajadores forestales existen problemas en ambas direcciones. Por una parte, hay que evitar riesgos de exposición directa a la radiación solar, pero al mismo tiempo hay que facilitar la eliminación del calor que producen.

Una de las principales falencias detectadas en el vestuario, es la absoluta carencia de salidas de ventilación de la ropa de trabajo. Esto genera un problema bastante serio, ya que como ha sido observado y señalado por los propios trabajadores, después de un tiempo de trabajo expuestos a calor terminan con su ropa mojada.

Con respecto al sudor que queda atrapado en la ropa, es importante señalar nuevamente que no es el sudor producido el que tiene poder de enfriamiento para el cuerpo humano, sino que el que se evapora. Cuando el cuerpo está completamente cubierto, no es sino hasta el momento en que el sudor atraviesa la barrera de la ropa cuando empieza a evaporarse.

Como una forma de analizar la cantidad de líquido atrapada en el vestuario, durante los estudios de hidratación antes referidos, se realizaron ensayos para su evaluación. Los resultados se resumen en la tabla 5. Se puede observar que el 40% del sudor queda retenido en la ropa. En otras palabras, si producen 1,7 kg de sudor por hora, sólo evaporan aproximadamente 1 g. En los casos extremos, con temperaturas del aire muy altas, en que no haya otra forma de eliminar el calor, la barrera del vestuario puede tornarse crítica y producirse un aumento de la temperatura interna de estas personas, que puede llevar al golpe de calor.

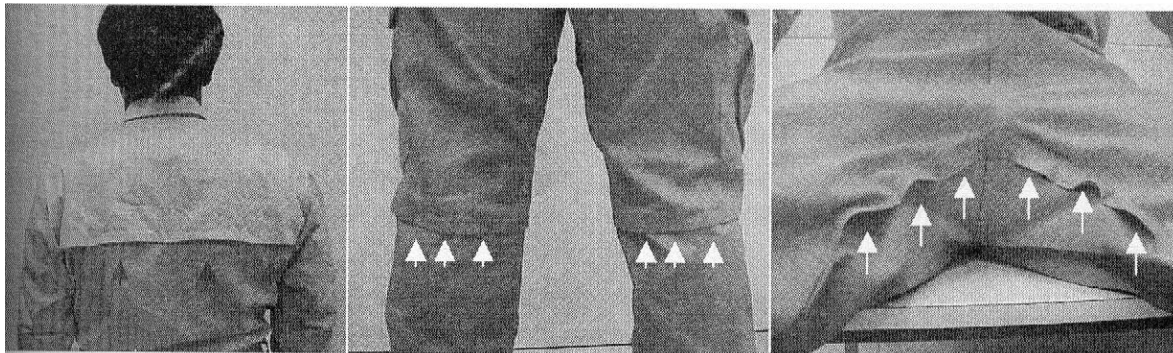
Tabla 5. Resultados ensayo para detectar sudor retenido en la ropa (n8)

Ensayo construcción líneas i hora de duración*	
Peso con ropa combate antes (kg)	80,4
Peso con ropa combate después (kg)	79,4
Líquido ingerido durante el ensayo (kg)	0,68
Líquido eliminado (Kg)	1,68
% evaporado	59,6
% retenido en la ropa	40,4

*ensayo 4 períodos de trabajo de 15 minutos con 3 minutos de descanso después de cada uno

Por lo señalado, una de las normas más básicas en personas expuestas a calor es que las partes del cuerpo no expuestas queden descubiertas para facilitar la rápida evaporación de sudor. Como esto en muchos trabajos forestales es imposible, debe entonces considerarse que la ropa tenga al menos salidas de ventilación. Sobre esta base, se elaboró el prototipo que se presenta en la figura 5. Como se puede ver en la figura 5, a la camisa se le incorporaron, 4 salidas para ventilación en la espalda. Por su parte, el prototipo de pantalón, que se observa en la figura 5, se diseñó con cuatro salidas de ventilación en la parte posterior en cada una de las piernas, lo que es particularmente importante para los motosierristas, que en su parte anterior deben protegerse con perneras anticorte, lo que impone una barrera adicional para la eliminación del calor. Cabe señalar que, en las salidas de ventilación de camisa y pantalón, se tuvo cuidado en que su amplitud no fuera tal que facilitara los enganches. Por esta razón, en el pantalón, que también lleva una ventilación adicional en la zona de los genitales (figura 5), esta se hizo en la forma de ojales cubiertos, para evitar el riesgo mencionado.

Figura 5. Salidas de ventilación en la espalda de la camisa y en el pantalón



Algunos comentarios frente a la protección contra el calor

Habiendo revisado el tema de las pausas, la hidratación y el vestuario, es importante señalar que estos elementos son paliativos frente a situaciones que pueden tornarse bastante críticas. Sin embargo, si a estos factores se agregan otras medidas ergonómicas tales como alimentación suficiente en cantidad y calidad, número correcto de trabajadores por función, rotación entre tareas pesadas y livianas, herramientas adecuadas y técnicas eficientes de trabajo, en conjunto ayudan significativamente a mejorar el medio ambiente laboral y la productividad. Innovación tecnológica

Lo que se ha señalado para trabajos manuales tradicionales, es también válido para la innovación tecnológica. A menudo, cuando se planifica la mecanización de un sistema de trabajo existe bastante claridad respecto a costos y niveles de producción esperables, pero son escasas, las ocasiones en que los planificadores pueden responder sobre los efectos que dichos sistemas tendrán sobre la seguridad y salud de los trabajadores. Como el costo de la

mecanización es alto, cuando las maquinarias se adquieren sin pensar en los operadores, si su diseño es inadecuado, los trabajadores deben continuar expuestos a los riesgos hasta que la máquina termine por destruirse. Modificar estos elementos para reducir problemas tangibles derivados, por ejemplo, de la postura de trabajo, visibilidad de los equipos, diseño de controles e indicadores, ruido, vibraciones, etc. rara vez se realizan. Esto tiene consecuencias directas para la población laboral, que se manifiestan en niveles críticos de accidentabilidad, deterioro de la salud y subutilización de las maquinarias por la inadecuada adaptación de ellas a los usuarios. Mientras esto siga ocurriendo parece impropio hablar de desarrollo tecnológico y más bien debería mantenerse el término mecanización. Desde un punto de vista ergonómico, el desarrollo tecnológico sólo se consigue en la medida que la mecanización, además de producir aumentos en la producción, no presente riesgos para los trabajadores. Cuando esto no se logra, el recurso humano aparece como un término abstracto desconectado de los elementos que lo integran que son personas. Esta es una barrera que es necesaria superar y, a nuestro juicio, la Ergonomía puede contribuir porque, por definición, propende a un trabajo multidisciplinario donde cada integrante del equipo tiene algo que aportar en materias específicas, que ayuden al logro del objetivo central que es la protección del hombre.

BIBLIOGRAFIA

- Apud, E., Bostrand, L., Mobbs, I. and Strehlke, B. 1989. "Guidelines on ergonomic study in forestry". Ed.: OIT, Ginebra, Suiza.
- Apud, E. e Ilabaca C. 1991. " Diagnóstico del estado actual de la mano de obra en algunas empresas de servicio". En: Actas Tercer Taller de Producción Forestal. Ed.: Fundación Chile, Concepción, Chile.
- Apud E. y Valdés, S. 1995. "Ergonomics in forestry. The Chilean Case" , International Labour Office (ILO), Geneva.
- Apud, E., Gutierrez, M., Lagos, S., Maureira, F., Meyer, F., Espinoza, J. 1999. "Manual de Ergonomia Forestal" Ed.: FONDEF, Concepcion, Chile.
- Astrand, P., Rodahl, . 1986. "Textbook of Work Physiology". Ed.: McGraw-Hill, New York.

