

las del empleo de carros de mano para recoger las recolecciones en ciertos países de poco cultivo, el espacio recorrido en la jornada por un carro rara vez excede de 8 á 10 kilómetros.

La carretilla es hoy día de un uso general en los campos, como también en los grandes trabajos de movimiento de tierras. El estudio de este método de transporte presenta, pues, un interés práctico incontestable, y debe por tanto fijar un instante nuestra atención. El peso de la carretilla y su carga reunidas produce un esfuerzo vertical, que pesa en parte sobre los brazos del obrero, y parte sobre el eje del aparato. Estas dos partes de peso total están entre sí en razón inversa de las distancias del centro de gravedad de la masa al eje de la rueda y á la mano del obrero. El obrero obra, pues, llevando sobre sus brazos una parte de la carga, y ejerciendo un esfuerzo de propulsión necesario al rodamiento de la otra parte de esta misma carga. Pero se sabe que en los brazos de la carretilla, cerca de sus extremidades, es tanto más ligera la porción del peso soportado por el hombre, cuanto mayor sea la llevada por la rueda, y recíprocamente. Si el camino es malo y presenta una rampa, se ve, en efecto, al obrero aproximar sus manos á la caja á fin de disminuir el esfuerzo de la propulsión, recargándose él durante un instante, y recíprocamente en llano ó sobre un camino bueno disminuirse la fatiga de sus brazos, tomando los mangos cuan lejos le sea posible de la caja.

La forma de las carretillas varía mucho con el destino del instrumento. La estudiaremos más adelante, al hablar de los instrumentos de transporte. Basta aquí con indicar que en la ordinaria empleada en nuestros campos, en movimientos de tierras ú otros usos, cabe de 0^m.03 á 0^m.05, y ordinariamente se carga con 56 á 80 kilogramos, y pesa de 20 á 30 kilogramos.

Un obrero ejercitado, con relevos de 30 metros, recorre 30.000 metros por día en llano, cuya mitad con la carretilla vacía. Hé aquí, como ejemplo, el resultado de las pesadas hechas sobre una carretilla algo recia de obras de construcción:

Peso de la carretilla vacía.....	25,55k.
Porción de peso soportado por los brazos.....	7,05
Porción de peso soportado por la rueda.....	18,50
Peso de la carga de arena húmeda.....	76,95
Peso total de la carretilla llena.....	102,50
Porción del peso total soportado por los brazos..	33,80
Porción del peso total soportado por la rueda....	68,70
Longitud total de los brazos de la carretilla....	1,50 m.

Admitiendo como se ha hecho para el camión que el coeficiente de rodamiento sea igual á 0,04, se halla que el trabajo mecánico empleado en el día por el obrero, se eleva á 52.320 kilogrametros. El trabajo consumido por la marcha con los brazos cargados, no ha sido determinado por observaciones directas; pero calculando por el método simplificado empleado en los ejemplos precedentes, se halla que se eleva á 135.637 kilogrametros. De suerte que el trabajo mecánico total sería de 187.957 kilogrametros. Esta cifra no expresa probablemente el trabajo efectuado en realidad, porque el transporte en carretilla exige, en las condiciones indicadas, obreros de fuerza más que ordinaria.

Cuando es necesario elevar tierras con carretillas, se arreglan rampas de 6^m.08 por metro.

El relevo se reduce á 20 metros. Los obreros mejores hacen entonces 10.000 metros por día, subiendo con su carretilla llena y bajando de vacío. Se garantiza á las rampas con ta-

blas, para reducir en cuanto sea posible el frotamiento de la rotación, que puede entonces bajar 0,02 del peso llevado por la rueda. A pesar de estas precauciones, el trabajo diario es más considerable que en el caso precedente, y debe llegar y aún pasar de 200.000 kilogrametros.

Citarémos aún otros ejemplos de la cantidad de trabajo diario que el hombre puede desarrollar en operaciones poco complicadas. Estas indicaciones preliminares son necesarias como término de comparación, para darse cuenta del trabajo consumido en las operaciones agrícolas más ó menos complejas, de que se tratará más adelante.

Obreros empedradores, observados en Dublín por M. Haugton, dan 72 golpes de maza ó pison en 2' 45", después descansan durante 3' 30". El pison empleado pesa 35^k.82, y es elevado á 0^m.41 en cada golpe. La duración del trabajo diario es de 10 horas. El obrero eleva, pues, el pison 6.912 veces por día, y el trabajo mecánico útil es igual á 35^k.82 × 0^m.41 × 6.912 = 101.511 kilogrametros. Los movimientos del cuerpo para el manejo del pison absorben una cantidad de trabajo que no sabemos apreciar en detalle, pero que es considerable y pasa ciertamente del trabajo útil, porque los golpeadores del pavimento son hombres muy robustos y que emplean toda su fuerza.

Durante la construcción del puente de Jena, en París, se empleaban máquinas para ahondar estacas, de tirantes, cuyo modo de obrar ha sido cuidadosamente estudiado. Cada máquina era movida por 38 hombres, la maza pesaba 587 kilogramos, y se elevaba á 1^m.45 de altura. Se daban próximamente por hora 12 tandas de 30 golpes cada una, y el trabajo duraba próximamente 10 horas. Teniendo cuenta de la rigidez de las cuerdas, del frotamiento, y sobre todo, de la oblicuidad de los tirantes para la mayor parte de los obreros, se reconoce que cada hombre debía ejercer un esfuerzo de 16 kilogramos lo ménos. El trabajo mecánico útil, era, pues, en este caso igual á 30 × 12 × 10 × 1^m.45 × 16 = 83.520 kilogrametros.

Si se añade á este trabajo útil el de elevación de los brazos en un tiempo un poco más corto que el de la caída de la maza, el trabajo de elevación del tronco y de los músculos á una cierta altura, se reconoce que la cifra del trabajo útil dada arriba es muy elevada. En general, en operaciones análogas al empleo de esta máquina, es necesario no contar, para obreros ordinarios, con un trabajo útil mayor de 55.000 á 65.000 kilogrametros por día.

Se admite generalmente que un hombre, obrando sobre un manubrio, ejerce un esfuerzo medio de 8 kilogramos con una velocidad de 0^m.75 por segundo, y que puede continuar este trabajo 8 horas por día. El trabajo útil diario, en estas hipótesis, sería de 172.800 kilogrametros. No hemos tenido ocasión de comprobar si esta cifra es efectivamente alcanzada por los que mueven las ruedas de ciertos talleres; pero no hemos visto jamás á obreros puestos en los manubrios de las cabrias de las máquinas de clavar estacas, producir más de 140.000 á 145.000 kilogrametros por día. Es verdad que este género de trabajo lleva consigo pérdidas de tiempo inevitables.

La elevación de tierras por cabrestante ofrece otro ejemplo usual del empleo del manubrio. El radio del manubrio de este instrumento es habitualmente de 0^m.40, y el diámetro de la cábría, comprendiendo el semi-espesor de la cuerda, de 0^m.207. El peso elevado es próximamente de 60 kilogramos. La velocidad del manubrio en la circunferencia es de 1^m.0 por segundo próximamente. El esfuerzo ejercido por cada uno de los dos hombres sobre el manubrio es de 7^k.41, y desarrolla por segundo un trabajo de 7^k.41. El peso de 60 kilogramos es elevado 720 veces á una altura de 5 metros, ó sea á una altura total

de 3.600^m. El trabajo útil producido por hombre, es, pues, de $\frac{3.600 \times 60}{2} = 108.000$ kilográmetros. En la práctica, los dos obreros de la cabria se relevan de hora en hora con los dos obreros que desenganchan y vacian la caja.

De suerte, que cada uno de ellos no produce sobre la cabria sino 54.000 kilográmetros. El resto de su fuerza se emplea en el manejo de la caja y descarga de las tierras.

No multiplicaremos más los ejemplos relativos á las cantidades de trabajo desarrolladas por el hombre. Basta, en efecto, hacer comprender aquí cómo se puede evaluar esta cantidad de trabajo, y cómo el trabajo útil se complica siempre con un trabajo interior que disminuye en todo su valor el trabajo útil recogido. Se analizará más lejos, tan completamente como sea posible, el trabajo mecánico consumido en las diferentes operaciones agrícolas, y sería usurpar á los detalles técnicos que deben tener lugar en los capítulos siguientes, el discutir aquí estas numerosas cuestiones de detalle, que serán desde luego más fáciles de entender despues de los estudios generales de que es objeto este capítulo.

TRABAJO ELEMENTAL DE LOS MÚSCULOS. El trabajo que producen los seres vivientes es debido á las contracciones sucesivas de sus músculos. Las fibras musculares, bajo la influencia de la excitacion de los nervios, se contraen longitudinalmente, y ejercen entonces un esfuerzo, que tiende á aproximar sus puntos de origen y de insercion. El volumen total del músculo no cambia cuando se contrae, sino que se modifica su forma, su longitud disminuye y su seccion transversal aumenta.

Cuando la contraccion de un músculo sirve para producir un movimiento, ó elevar un peso, por ejemplo, se puede sin dificultad evaluar numéricamente el trabajo mecánico exterior que produce. Pero la cuestion es mucho más difícil cuando la contraccion continúa del músculo no produce movimiento en un cuerpo pesado: cuando se tiene, por ejemplo, un peso al extremo del brazo, tendido horizontalmente y sin movimiento aparente. En este caso, sin embargo, el músculo se fatiga más ó ménos rápidamente y no puede ejercer el mismo esfuerzo que despues de un cierto tiempo de reposo. Hay, pues, gasto de trabajo durante esta contraccion, sin movimiento exterior: por tanto, hay gasto de calor, y por consiguiente, tambien necesidad incontestable de la combustion de una cantidad correspondiente de materias alimenticias.

Segun M. Haugton, las contracciones musculares obedecen á las tres leyes siguientes:

- 1.º Comparando á la vez diferentes músculos, el trabajo de su contraccion es proporcional al peso de cada uno.
- 2.º Comparando el mismo músculo (ó grupo de músculos) consigo mismo, cuando se contrae en las diferentes condiciones exteriores, el trabajo producido por cada contraccion es constante.
- 3.º Cuando el mismo músculo (ó grupo de músculos) es mantenido en accion continúa hasta que se fatigue, el trabajo total producido, multiplicado por la velocidad del trabajo, es constante.

Estas leyes están comprobadas por un gran número de observaciones, que sería muy largo de referir y discutir aquí, á pesar de su gran importancia. Se hará notar solamente que si el trabajo mecánico producido por una contraccion es constante, el trabajo útil producido por esta contraccion no es constante, y que ordinariamente ofrece un máximo. No bastará, pues, determinar las leyes, segun las que los músculos, contrayéndose, se fatigan y pierden su energía. Será necesario conocer cómo recobran esta energía, y con qué velo-

cidad la circulacion de la sangre arterial les restituye el poder de producir nuevas contracciones. En otros términos, importa evaluar cuál es la cantidad de trabajo que la unidad de peso del músculo puede dar en la unidad de tiempo, lo que se puede llamar, para abreviar, el coeficiente de restitution muscular.

Segun M. Haugton, los músculos que concurren á la marcha en un hombre de peso de 68 kilogramos, pesan 7^k,043, y el trabajo mecánico producido por segundo, durante la marcha de este hombre con la velocidad de 4^m,53 por segundo, se eleva á 4^{kgrm},51, de suerte que el coeficiente de restitution muscular para los músculos que obran durante la marcha, sería igual á $\frac{4 \text{ k. } 51}{7,043} = 0\text{k},64$. Se halla, por término medio, cuasi la misma cifra para los músculos del brazo, pero es probable que este coeficiente varíe notablemente de un músculo á otro y de un individuo á otro.

Sería inútil insistir más sobre estas consideraciones, cuyo interés apreciará cada cual. Midiendo exactamente las acciones musculares y las acciones caloríficas correspondientes, se llegará próximamente á conocer bien los elementos del mecanismo animal y á sustituir con datos positivos las apreciaciones vagas, inciertas, y muchas veces empíricas, que ocupan aún un lugar tan grande en el estudio práctico de los motores animados.

ALIMENTACION. El alimento desempeña un papel esencial en la higiene del hombre: figura desde luego por una parte preponderante en el consumo del obrero rural. Importa, por consiguiente, estudiar con cuidado todo lo que se refiere á este elemento tan importante de la produccion del trabajo. Despues de haber indicado por cierto número de ejemplos la cantidad de trabajo que el hombre puede dar por dia, debemos ahora examinar cómo una alimentacion conveniente le permite resistir al cumplimiento de su tarea diaria.

La alimentacion del hombre varía por una porcion de circunstancias. El clima, la naturaleza del trabajo, los usos adoptados, son otras tantas condiciones que es necesario tener cuenta con el mayor cuidado. Aunque el hombre posee en alto grado la facultad de habituarse á los regímenes más variados, sería una imprudencia, sobre todo en el campo, el querer modificar los hábitos consagrados por el tiempo. Todo cambio operado de un dia á otro en el régimen alimenticio del obrero rural se traduce muchas veces para él en verdadero malestar, y no falta jamás, por lo ménos, la provocacion de su descontento. Las modificaciones más lógicas y más favorables al trabajador no deben introducirse sino poco á poco, con suma prudencia, y procurando que las soliciten los mismos interesados.

Los habitantes de las poblaciones, ó los grandes propietarios que empiezan á ver de cerca la agricultura, olvidan algunas veces estas precauciones indispensables, y se encallan con frecuencia en sus empresas por el olvido de cosas tan sencillas. Se nos dispensará, pues, el que insistamos, en cuantas ocasiones se nos presenten, sobre estos detalles tan elementales, que alguna vez podrá parecer están de más en una obra de la naturaleza de ésta.

La influencia del clima sobre el consumo de los alimentos es muy grande. En el hombre, como en los animales, los alimentos sirven por un lado para la conservacion de los órganos y reparacion de las pérdidas causadas por las excreciones, y por otro lado, para el entretenimiento de la combustion lenta que da el calor necesario para la conservacion de la temperatura normal y produccion del trabajo consumido por el juego de los órganos de la vida. Se concibe por esto solo, en términos generales, que cuanto más se dirija el hombre al Norte debe consumir más alimentos.

El indio, en efecto, vive con una libra de arroz por dia, racion que apenas sostendría á los habitantes del Norte. Todo el mundo tiene presente las relaciones de los viajeros que

han frecuentado las regiones polares con respecto al enorme consumo de carne, pescado y aceite que hacen los esquimales. Pero estas observaciones no se han prolongado lo bastante para permitir una discusión seria. Las tropas que pasan de un clima á otro ofrecen, al contrario, un dato seguro. El soldado inglés recibe en Europa 14^k,755 de alimentos sólidos por semana; En la India, donde el servicio es, sin embargo, muy activo, su ración se reduce á 8^k,117 por semana de alimentos sólidos, de una calidad análoga, y aún menos sustanciales. Las personas que trabajan todo el año en las mismas condiciones exteriores prueban también fácilmente la diferencia que existe entre su alimentación de verano é invierno.

Sólo estos ejemplos bastan para probar la imposibilidad de establecer reglas idénticas para la alimentación en regiones muy separadas; nos limitaremos, pues, á estudiar aquí lo que pasa en nuestros climas; aún así hallaremos de un punto á otro de este círculo estrecho variaciones muy notables.

La naturaleza del trabajo influye también mucho sobre la composición de la ración diaria. Sin hablar de los regímenes especiales que se deben imponer ciertos individuos, es evidente que un relojero, un lapidario ó un escribano, reclaman un régimen alimenticio enteramente diferente del de un hombre vigoroso que trabaja al aire libre, con todas sus fuerzas, durante el día entero.

Entre las circunstancias que más influyen sobre el efecto útil de los alimentos introducidos en el organismo, se nos permitirá señalar aún su manera de preparación. Los procedimientos culinarios, como lo ha advertido tan juiciosamente el célebre Rumford, tienen una importancia que no se comprende lo bastante, sobre todo en el campo.

Es necesario que un alimento esté bien preparado y agradable al que le consume para que aproveche lo más completamente posible á su alimentación. La cocción debe hacerse racionalmente para no alterar los elementos nutritivos, para hacer el alimento bastante tierno, á fin de que la masticación sea completa, sin exigir un trabajo fatigoso, estimulando demasiado las glándulas salivales para asegurar una salivación suficiente. Todos estos detalles deben preocupar á las personas encargadas de la dirección de una explotación: es digno de que se llame la atención hasta de los encargados de los condimentos y especias, porque la buena salud de los obreros, su energía para el trabajo y economía de la casa dependen en gran parte de estos cuidados minuciosos llevados á la organización de los servicios interiores.

Los contratistas inteligentes de grandes obras públicas no tratan de ganar en la cantina de sus obreros, sino que procuran conservar la dirección de ella para que lo ordinario sea lo mejor posible. El aumento de trabajo obtenido les indemniza largamente de los desvelos y sacrificios que se imponen algunas veces voluntariamente por mejorar la cocina. Muchos cultivadores deberían seguir el ejemplo que les dan, bajo este punto de vista, ciertos contratistas hábiles.

Se ha visto antes que nuestros alimentos usuales se pueden dividir en dos clases. Unos, análogos al almidón ó azúcar, ó cuerpos grasos que no contienen ázoe. La segunda clase contiene, al contrario, sobre todo materias azoadas. Se les encuentra en la carne, huevos, leche, glúten, alubias, etc. Se designa, en general, la primera clase de productos bajo el nombre de alimentos respiratorios, y á la segunda bajo el de alimentos plásticos, ó de productos para criar carne.

Estas designaciones no son exactas, porque todos los alimentos concurren á entretener

la respiración; pero debemos indicar el sentido, porque ellas son en general empleadas en la mayor parte de las obras que tratan de la alimentación del hombre.

COMPOSICIÓN ELEMENTAL DE LAS RACIONES. Sin volver á hablar sobre las indicaciones generales dadas antes, se recordará solamente que la cantidad de calor producida por un hombre adulto en estado de salud, debe ser, en cada instante, rigurosamente igual á la que él gasta, y que su peso no debe cambiar de una manera notable de un día al otro.

Los alimentos consumidos en un período de tiempo determinado, deben, pues, dar por su combustión, una cantidad de calor igual á la que es consumida en el mismo período; deben al mismo tiempo contener, en estado de sustancias apropiadas á la constitución del hombre, es decir, de una digestión y asimilación fáciles, una cantidad de carbono, de ázoe, agua y sales minerales, exactamente igual á la proporción de estas sustancias eliminadas en el mismo tiempo por la respiración y excreciones. Cuando esta última condición está satisfecha, la primera lo está igualmente en general, porque el hombre puede hacer variar según la necesidad en ciertos límites su gasto de calor. En los estudios relativos á la alimentación, cuando no se preocupa uno esencialmente de la producción del trabajo mecánico, se puede, para simplificar, limitarse á calcular, según la composición química de las materias elementales, la cantidad de estas sustancias empleadas solas ó mezcladas, que bastará para un gasto determinado de carbono ó ázoe, eliminadas por las funciones de la vida.

Según observaciones hechas en condiciones muy variadas, se admite, como resultado medio, que el hombre, no trabajando, consume por día y kilogramo de su peso, para la conservación del calor y movimientos internos necesarios á las funciones de la vida, 3^{gr},60 de carbono y 0^{gr},20 de ázoe, comprendidos, lo repetimos por última vez, en las combinaciones propias de la alimentación, es decir, susceptibles de sufrir en el organismo las reacciones que les trasformen en ácido carbónico y otros productos fáciles de eliminar.

Según estos números, un hombre del peso de 65 kilogramos, sin trabajar, debería consumir por día:

$$65^k \times 3^{gr},6 = 234^{gr} \text{ de carbono existente en los alimentos apropiados.}$$

$$65^k \times 0^{gr},20 = 13^{gr} \text{ de ázoe.}$$

Estas cifras, inferiores á las indicadas anteriormente, responden á condiciones de reposo absoluto que no se encuentran en la práctica. La ración calculada con estos coeficientes, sería del todo insuficiente para el niño que crece ó para el hombre que trabaja. El doctor E. Smith calcula que la ración debe contener por kilogramo viviente:

$$9,84^{gr} \text{ de carbono y } 0,96^{gr} \text{ de ázoe durante la infancia.}$$

$$6,84 \text{ — } 0,40 \text{ — } \text{hacia la edad de 10 años.}$$

$$4,27 \text{ — } 0,30 \text{ — } \text{— } 16 \text{ años.}$$

Bajo la influencia de un trabajo enérgico, todas las funciones se activan; pero la experiencia demuestra que el consumo de los productos azoados aumenta mucho más rápidamente que el del carbono. Así, por ejemplo, si la actividad del trabajo hace necesario aumentar un quince ó diez y seis avo la dosis de los alimentos carbonados, es necesario al mismo tiempo doblar la dosis de los alimentos azoados que serían necesarios para conservar la vida en un reposo cuasi absoluto.

Esta necesidad de aumentar rápidamente la proporción de los alimentos azoados para bastar á trabajos rudos, es un resultado general de la experiencia: los obreros de los ranchos de obras públicas introducen en su ración una fuerte cantidad de carne ó de tocino, y todos sabemos que durante los trabajos rudos de la siega, es costumbre, aún en el país más