

CALOR ANIMAL. Los alimentos, al atravesar el organismo, se unen al oxígeno que respiramos, sufren una verdadera combustión; pero toda combustión está acompañada de un desprendimiento de calor. Debemos, pues, ahora estudiar bajo este nuevo punto de vista los fenómenos de la alimentación.

Para que un animal se conserve con fuerzas y en salud, es necesario, como ya se ha dicho, que haya igualdad en un período determinado entre los elementos que él arroja fuera por sus secreciones y los que recibe por los alimentos.

Otra condición no menos indispensable para la conservación de la vida de los animales superiores consiste en la igualdad que debe existir constantemente entre el calor que consumen y el que producen. La conservación de esta segunda igualdad en cada instante de la vida regula la actividad de la respiración y de las otras funciones del organismo, y determina, por consiguiente, las variaciones que debe presentar la alimentación, según las circunstancias en que se halle el animal.

CÁLCULO DEL CALOR PRODUCIDO. Toda acción química, desde la reacción más viva hasta la simple mezcla de dos disoluciones salinas, determina un desprendimiento ó una absorción de calor. Para medir la cantidad de calor desprendida por un cierto peso de alimento en su paso á través del organismo, es necesario, pues, conocer exactamente las numerosas transformaciones que sufre la cantidad de calor puesta en juego en cada una de estas reacciones sucesivas.

La producción del calor depende, no solamente de la cantidad de ácido carbónico y agua formados, sino también del agrupamiento molecular de los elementos del compuesto sometido á la oxidación. Puede también suceder en ciertos casos particulares que el oxígeno se fije por un compuesto carbonatado, sin que haya desprendimiento de ácido carbónico: recíprocamente el ácido carbónico puede desprenderse por un simple desmembramiento, sin fijación necesaria de oxígeno. La determinación absoluta del calor desprendido por las reacciones químicas que pasan en el organismo es, pues, muy complicada. Pero los progresos rápidos de la termo-química permiten esperar que la ciencia llegará bien pronto á dar todos los elementos necesarios numéricamente para esta determinación. Esperando sea posible seguir el fenómeno en todos sus detalles, se admite que un cuerpo dado desprende por su combustión completa la misma cantidad de calor, cualesquiera que sean las combinaciones intermedias por que pasa sucesivamente. Nos limitamos, pues, por ahora, como primera aproximación, á admitir que el calor producido en el organismo por un alimento no azoadado, es igual al que produciría la combustión ordinaria de un peso de carbono ó hidrógeno iguales á los que se hallan en el ácido carbónico y en el agua que provienen de su oxidación. En cuanto á los alimentos azoadados, se calcula de la misma manera la cantidad de calor que produciría su combustión completa, después se deduce de la cantidad de calor así obtenida la que desprendería la combustión completa de un peso de orina, que contendría la totalidad del ázoe del alimento considerado.

Este método deja mucho que desear bajo el punto de vista teórico, sobre todo en lo que concierne á los compuestos azoadados; pero da resultados que concuerdan bastante bien con las observaciones usuales, y dota desde luego á la práctica de servicios muy útiles.

El profesor Frankland ha hecho en Londres experimentos para determinar la cantidad de calor desprendida por la combustión de cierto número de sustancias alimenticias.

Aunque los procedimientos calorimétricos empleados por este hábil químico no son in-

discutibles, reproducimos en el cuadro siguiente los principales resultados de sus investigaciones.

La cantidad de calor desprendida por la combustión en el oxígeno se supone igual á la producida por la combustión orgánica cuando se trata de sustancias no azoadadas. La cantidad de calor desprendida por la combustión incompleta en el organismo de los compuestos azoadados se obtiene restando, de la cantidad de calor producida por la combustión completa de estas mismas sustancias en el oxígeno el calor que se desprendería de la combustión de la urea producida por el ázoe del alimento considerado.

Debemos advertir previamente que la unidad de calor se llama *caloría*, y es el calor necesario para calentar un kilogramo de agua desde un cierto grado del termómetro centígrado al inmediato, por ejemplo, de 20° á 21°: este número no puede bajar de cero ni subir de 100, porque en el primer caso se congela el agua, y en el segundo se convierte en vapor.

Nombres de las sustancias	Calorías producidas por la combustión de un kilogramo de cada sustancia en el estado natural		Agua por 100
	en el oxígeno	en el organismo	
Pan (miga).....	2231	2146	44,0
Pan (corteza).....	4459	4289	•
Harina de trigo.....	3941	3839	•
Harina de avena mondada.....	4004	3928	•
Arroz.....	3813	3702	•
Guisantes partidos.....	3936	3722	•
Patatas.....	1013	995	73,0
Zanahorias.....	527	517	86,0
Berza.....	434	420	88,5
Manzana.....	660	643	82,0
Magro de buey.....	1567	1423	70,5
Magro de vaca.....	1314	1170	70,9
Magro de jamón.....	1980	1672	54,4
Merluza.....	904	784	86,0
Gelatina.....	4520	3660	•
Leche.....	662	626	87,0
Blanco del huevo.....	671	575	86,3
Amarillo del huevo.....	3423	3306	47,0
Huevo duro entero.....	2383	2289	62,3
Queso de Cheshire.....	4647	4356	23,0
Grasa de buey.....	9069	9069	•
Manteca.....	7264	7264	•
Aceite de hígado de bacalao.....	9107	9107	•
Azúcar en panes.....	3348	3348	•
Azúcar de uva del comercio.....	3275	3275	•
Cerveza muy fuerte.....	1076	1076	88,4
Urea.....	2206	•	•
Acido úrico.....	2615	•	•
Acido hipúrico.....	5383	•	•

Las cifras del cuadro anterior suponen evidentemente que el alimento considerado se ha digerido enteramente. Es necesario, pues, deducir de la cantidad de calor calculada con estas cifras el calor correspondiente á los elementos combustibles arrojados en las secreciones sólidas.

Cuando se conoce la composición de la ración diaria de un ser viviente y la masa de

sus diferentes secreciones, se puede calcular de una manera aproximada, segun lo que precede, el número de unidades de calor producido en el organismo.

El cálculo se efectúa más ó ménos sencillamente, segun el grado de exactitud de que se necesita. Si se trata de cuestiones delicadas, es necesario, en cuanto sea posible, emplear á la vez el método directo y el indirecto.

Se determina así, por medios que se completan y se comprueban, las cantidades de ácido carbónico y de agua formadas por la combustion del carbono y del hidrógeno en exceso, así como la composicion de los alimentos y de las secreciones. Así se poseen los elementos necesarios para calcular el calor producido tan exactamente como lo permiten las hipótesis admitidas para este cálculo. Las medidas calorimétricas directas tomadas con ayuda de aparatos análogos á los empleados por Dulong, podrian ahora servir para comprobar los resultados, y rectificarlos en caso de necesidad.

Cuando se trata de aplicaciones que no permiten el empleo de los aparatos y series de análisis de que se acaba de hablar, se admite para la composicion de los alimentos y para la de los productos de las funciones vitales las cifras medias dadas precedentemente que mejor convienen á las condiciones de la experiencia, y se hace el cálculo con estos datos. Considerémos, por ejemplo, para tomar un caso muy sencillo, un hombre cuya racion diaria fuese de 500gr. de carne y 592gr. de pan. Admitamos que esta racion contiene 230gr. de carbono y 18gr. de hidrógeno, adoptando desde luégo para la composicion de las secreciones y del aire aspirado las cifras ya dadas como ejemplos, la cantidad de calor producida en 24 horas, se calculará aproximadamente de la manera siguiente:

	Calorias
Los 18gr. de hidrógeno darán: $0k.,018 \times 34462 =$	620
Los 230gr. de carbono se dividirán en... 209gr. expulsados en estado de ácido carbónico producen $0k.,209 \times 8080 =$	1.689
6gr. en 30gr. de urea, cuya formacion producirá en números redondos próximamente $3 \times 0k.,030 \times$ 3500 =	315
15gr. en las secreciones sólidas, perdidos para la produccion del calor
Calor total en 24 horas.....	2.624

Se llega sensiblemente á los mismos resultados empleando las cifras de la tabla precedente: se halla en efecto que:

	Calorias
Los 592gr. de pan compuestos de... { 467gr. de miga dan $0k.,467 \times 2146 =$	1.002
{ 125gr. de corteza dan $0k.,125 \times 4289 =$	536
Los 500gr. de carne compuestos de... { 440gr. de magro dan $0k.,440 \times 1423 =$	626
{ 60gr. de grasa dan $0k.,60 \times 9069 =$	544
Total.....	2.708
Deduciendo por los 15gr. de carbono no oxidados de las secreciones sólidas $0,015 \times 8080 =$..	121
Queda para calor total por 24 horas.....	2.587

Los dos resultados precedentes difieren en ménos de 2 por 100; pero se ve cuánto puede variar el calor por muy ligeros que sean los cambios que se hagan entre la proporcion de la grasa ó de otros elementos. Se comprende por ello cómo modificaciones que pasan desapercibidas en la racion diaria, ejercen una influencia notable sobre el calor desprendido, y por consiguiente, sobre todas las funciones del organismo. La utilidad del análisis de los ali-

mentos, para apreciar su verdadero valor, se halla bien claramente demostrada por cálculos análogos á los de que se acaba de dar un ejemplo.

GASTO DEL CALOR PRODUCIDO. En las condiciones ordinarias de la vida de los animales, la produccion del ácido carbónico es la fuente principal del calor orgánico. Los hechos citados al hablar de la respiracion, bastan para indicar, de una manera general, cómo este calor varía con las diversas circunstancias de la vida. Podemos, por tanto, dispensarnos de insistir en adelante sobre la produccion del calor animal, á fin de examinar ahora, con algunos detalles, cómo se reparten los consumos del calor producido por la oxidacion de los alimentos.

El calor producido en el organismo, se emplea:

- 1.º En mantener el cuerpo del animal á la temperatura constante que le es propio, cuando la temperatura exterior es inferior á la suya.
- 2.º En elevar á cuasi la temperatura de los órganos el aire introducido en los pulmones en cada respiracion.
- 3.º En evaporar el agua de la traspiracion pulmonar, arrastrada por el aire caliente que sale de los pulmones.
- 4.º En evaporar el agua exhalada por la traspiracion cutánea.
- 5.º En elevar á la temperatura de los órganos, los alimentos sólidos y líquidos absorbidos.
- 6.º En producir el trabajo mecánico del funcionamiento de los órganos internos.
- 7.º En producir el trabajo mecánico exterior que desarrolla el animal.

Examinemos sucesivamente estos diferentes empleos del calor producido.

TEMPERATURA DEL ORGANISMO. Los animales superiores poseen una temperatura propia más elevada, en general, que el medio que les rodea, y cuasi constante en estado de salud.

En nuestros climas la temperatura del hombre bien conservado, tomada bajo el sobaco, varía de 36º,5 á 37º,5.

Hé aquí ahora las temperaturas de algunos animales, observadas por sabios de fé.

Ganso comun.....	41º,7
Paloma encerrada.....	41º,5 á 42,5
Paloma libre.....	43º,0 á 43,5
Gorrion.....	39º,1 á 42,1
Gallina comun.....	39º,4 á 43,9
Pato comun.....	41º,0 á 43,5
Caballo árabe.....	37º,5
Caballo.....	36º,8
Gato.....	38º,3 á 42,0
Liebre.....	37º,8
Perro.....	39º,0 á 39,6
Carnero.....	37º,3 á 40,5
Cabra.....	39º,2 á 40,0
Conejo.....	38º,0 á 40,0
Buey.....	37º,5
Asno.....	36º,
Burra.....	37º,7

Independientemente de las variaciones bastante considerables de temperatura que pueden manifestarse en las partes superficiales del cuerpo por influencias exteriores, la temperatura varía poco de un punto á otro del organismo. Así, la temperatura de la sangre arterial es un poco superior á la de la venosa, considerada en vasos igualmente lejanos de las extremidades, y la temperatura de los músculos sobrepaja á la de los tejidos celulares adyacentes.

La temperatura propia de los animales del órden de los que nos interesan aquí, como

se ve por el cuadro anterior, varía entre límites bastante próximos. En estado de salud la temperatura de las partes profundas no puede alejarse, poco más ó ménos, de la normal del animal, considerado sin producir la muerte. La temperatura de un hombre tomando un baño frío, ó trabajando en una estufa, es esencialmente la misma. El organismo de los animales de sangre caliente posee, por consiguiente, reguladores de temperatura extremadamente poderosos y eficaces. Cuando el animal está en un medio frío, la combustión orgánica aumenta y pone el calor producido en relación con las pérdidas que sufre por la radiación y el contacto de los cuerpos que le rodean. En un medio caliente, al contrario, el trabajo de oxidación disminuye y las traspiraciones pulmonar y cutánea adquieren una actividad suficiente para perder una cantidad de calor equivalente á la que el cuerpo recibe en exceso, y para impedir exceda su temperatura normal. Un animal de sangre caliente puede en rigor vivir así durante un cierto tiempo en un medio cuya temperatura es superior á la suya, con tal que el espacio no esté saturado de vapor, y que el líquido de la traspiración se evapore rápidamente.

La temperatura del organismo puede variar, pues, en el mismo individuo en algunas décimas de grado sin inconveniente.

Por otra parte, el calor específico de los tejidos es considerable, pues que se aproxima al del agua. El cuerpo de un animal puede, pues, recibir algunas décimas de caloría por kilogramo viviente más de lo que gasta, ó recíprocamente, sin alterar el juego de sus funciones vitales. La masa del cuerpo forma, por tanto, un primer regulador de la temperatura, que funciona, es verdad, entre límites muy restringidos, pero, sin embargo, suficientes para dar tiempo á las combustiones respiratorias á ponerse en actividad, en relación con las necesidades del sujeto considerado.

CALOR CONSUMIDO POR CONTACTO Y RADIACION. No hay experimentos directos y detallados sobre la cantidad de calor perdido por el cuerpo de los animales, por radiación, ni sobre la cantidad de calor desprendido por el contacto del aire más ó ménos frío, según que esté en reposo ó en movimiento. Por consiguiente, hay que limitarse á calcular de una manera aproximada la cantidad de calor perdida por estas dos vías. Es necesariamente muy variable, y será en vano el que se trate de evaluar exactamente por una cifra única, ó por una fracción constante del gasto total.

Como simple evaluación, los fisiólogos creen que, en nuestros climas, es próximamente en un largo período, las tres cuartas partes lo ménos del calor total perdido.

La superficie del cuerpo de un animal, siendo tanto mayor por unidad de peso cuanto el animal es más pequeño, se concibe que la cantidad de calor perdida por la radiación ó contacto del medio ambiente es tanto más grande, proporcionalmente, cuanto el animal es más pequeño.

En climas fríos, en que el animal debe mantenerse á una temperatura mucho más elevada que la del aire, la cantidad de calor empleada en este uso tiene una importancia preponderante sobre todos los demás gastos de calor: se advierte, en efecto, que la cantidad de calor producida es tanto mayor por unidad de peso cuanto el animal es más pequeño. El hombre mismo no se escapa de esta ley. Él produce por kilogramo de peso viviente más calor que el caballo y ménos que el carnero. La finura y desnudez de su piel no le permiten conservar en nuestros climas una temperatura suficiente, si no se cubre con vestidos destinados, por su mala conductibilidad, á compensar las pérdidas de calor que sufre por radiación y contacto.

CALOR DESPRENDIDO POR EL AIRE ASPIRADO. El calor consumido para elevar á la temperatura del cuerpo el aire aspirado á cada respiración, es fácil de valorar bastante exactamente. Es igual, en un tiempo dado, al producto del volumen de cada respiración, multiplicado por su número, en el tiempo considerado, multiplicado en seguida por el calor específico del aire, y multiplicado, en fin, por la diferencia de las temperaturas de entrada y salida del fluido.

Este cálculo exige que se evalúe el peso del litro aspirado á la temperatura, presión, y latitud á que se opera, y que se determine la temperatura de la mezcla gaseosa á la salida de los pulmones. La pequeña tabla siguiente permite simplificar estas operaciones. Se ha supuesto, para fijar las ideas, que el aire aspirado está á la temperatura de 37°, que el barómetro corregido está á 0^m,760, en fin, se han despreciado las correcciones relativas á la latitud y diferencia de los calores específicos del aire y del ácido carbónico.

Temperatura del aire exterior	Peso correspondiente de un litro de aire gramos	Diferencias de las temperaturas del aire aspirado y expirado grados	Calor llevado por litro de aire, calorías
- 25.....	1,4229	62	0,02099
- 20.....	1,3948	57	0,01892
- 15.....	1,3678	52	0,01693
- 10.....	1,3417	47	0,01501
- 5.....	1,3167	42	0,01316
0.....	1,2927	37	0,01138
+ 5.....	1,2695	32	0,00967
+ 10.....	1,2471	27	0,00801
+ 15.....	1,2254	22	0,00642
+ 20.....	1,2044	17	0,00487
+ 25.....	1,1843	12	0,00338
+ 30.....	1,1648	7	0,00194
+ 35.....	1,1458	2	0,00054

Aplicando las cifras precedentes á un hombre que hiciera 20 respiraciones por minuto, y cuya capacidad respiratoria fuese de 0^{lit},400, se reconoce que gastaría para calentar el aire de su respiración, si la temperatura exterior fuera de -25°, una cantidad de calor igual á $20 \times 60' \times 24^h \times 0^{\text{lit}},400 \times 0^{\text{cal}},02317 = 242$ calorías. A la temperatura de +15°, gastaría aún 74 calorías, y á +35°, el gasto se reduciría á 6 calorías por 24 horas. Si el aire aspirado fuera más caliente que el organismo, habría ganancia de calor. En esta circunstancia excepcional, la traspiración pulmonar se aceleraría ó impediría al pulmón que excediera notablemente á su temperatura ordinaria.

CALOR CONSUMIDO POR LAS TRASPIRACIONES. El calor empleado en evaporar el agua de la traspiración pulmonar ó cutánea, es fácil de evaluar exactamente; es igual al peso del vapor de agua arrastrada multiplicado por 536,7, número que representa el calor de vaporización. Un hombre que evaporara en total 50^{gr}. de agua por hora, ó 1200^{gr}. por 24 horas, gastaría en este concepto $1^{\text{k}},2 \times 536,7 = 644$ calorías.

CALOR CONSUMIDO EN CALENTAR LOS ALIMENTOS. La cantidad de calor gastada en elevar la temperatura de los alimentos á la del cuerpo, es igualmente fácil de medir: se obtiene multiplicando su peso por la diferencia entre su temperatura y la del cuerpo y por su calor específico, que es en general poco diferente del que corresponde al agua. Un hombre que absorbiera por día 3^k,500 de alimentos sólidos ó líquidos á 10°, gastaría poco más ó me-

sus diferentes secreciones, se puede calcular de una manera aproximada, segun lo que precede, el número de unidades de calor producido en el organismo.

El cálculo se efectúa más ó ménos sencillamente, segun el grado de exactitud de que se necesita. Si se trata de cuestiones delicadas, es necesario, en cuanto sea posible, emplear á la vez el método directo y el indirecto.

Se determina así, por medios que se completan y se comprueban, las cantidades de ácido carbónico y de agua formadas por la combustion del carbono y del hidrógeno en exceso, así como la composicion de los alimentos y de las secreciones. Así se poseen los elementos necesarios para calcular el calor producido tan exactamente como lo permiten las hipótesis admitidas para este cálculo. Las medidas calorimétricas directas tomadas con ayuda de aparatos análogos á los empleados por Dulong, podrian ahora servir para comprobar los resultados, y rectificarlos en caso de necesidad.

Cuando se trata de aplicaciones que no permiten el empleo de los aparatos y series de análisis de que se acaba de hablar, se admite para la composicion de los alimentos y para la de los productos de las funciones vitales las cifras medias dadas precedentemente que mejor convienen á las condiciones de la experiencia, y se hace el cálculo con estos datos. Considerémos, por ejemplo, para tomar un caso muy sencillo, un hombre cuya racion diaria fuese de 500^{gr.} de carne y 592^{gr.} de pan. Admitamos que esta racion contiene 230^{gr.} de carbono y 18^{gr.} de hidrógeno, adoptando desde luégo para la composicion de las secreciones y del aire aspirado las cifras ya dadas como ejemplos, la cantidad de calor producida en 24 horas, se calculará aproximadamente de la manera siguiente:

	Calorias
Los 18 ^{gr.} de hidrógeno darán: $0k.,018 \times 34462 =$	620
Los 230 ^{gr.} de carbono se dividirán en... 209 ^{gr.} expulsados en estado de ácido carbónico producen $0k.,209 \times 8080 =$	1.689
6 ^{gr.} en 30 ^{gr.} de urea, cuya formacion producirá en números redondos próximamente $3 \times 0k.,030 \times$ 3500 =	315
15 ^{gr.} en las secreciones sólidas, perdidos para la produccion del calor	2.624
Calor total en 24 horas.....	2.624

Se llega sensiblemente á los mismos resultados empleando las cifras de la tabla precedente: se halla en efecto que:

	Calorias
Los 592 ^{gr.} de pan compuestos de... { 467 ^{gr.} de miga dan $0k.,467 \times 2146 =$	1.002
{ 125 ^{gr.} de corteza dan $0k.,125 \times 4289 =$	536
Los 500 ^{gr.} de carne compuestos de... { 440 ^{gr.} de magro dan $0k.,440 \times 1423 =$	626
{ 60 ^{gr.} de grasa dan $0k.,60 \times 9069 =$	544
Total.....	2.708
Deduciendo por los 15 ^{gr.} de carbono no oxidados de las secreciones sólidas $0,015 \times 8080 =$..	121
Queda para calor total por 24 horas.....	2.587

Los dos resultados precedentes difieren en ménos de 2 por 100; pero se ve cuánto puede variar el calor por muy ligeros que sean los cambios que se hagan entre la proporcion de la grasa ó de otros elementos. Se comprende por ello cómo modificaciones que pasan desapercibidas en la racion diaria, ejercen una influencia notable sobre el calor desprendido, y por consiguiente, sobre todas las funciones del organismo. La utilidad del análisis de los ali-

mentos, para apreciar su verdadero valor, se halla bien claramente demostrada por cálculos análogos á los de que se acaba de dar un ejemplo.

GASTO DEL CALOR PRODUCIDO. En las condiciones ordinarias de la vida de los animales, la produccion del ácido carbónico es la fuente principal del calor orgánico. Los hechos citados al hablar de la respiracion, bastan para indicar, de una manera general, cómo este calor varía con las diversas circunstancias de la vida. Podemos, por tanto, dispensarnos de insistir en adelante sobre la produccion del calor animal, á fin de examinar ahora, con algunos detalles, cómo se reparten los consumos del calor producido por la oxidacion de los alimentos.

El calor producido en el organismo, se emplea:

- 1.º En mantener el cuerpo del animal á la temperatura constante que le es propio, cuando la temperatura exterior es inferior á la suya.
- 2.º En elevar á cuasi la temperatura de los órganos el aire introducido en los pulmones en cada respiracion.
- 3.º En evaporar el agua de la traspiracion pulmonar, arrastrada por el aire caliente que sale de los pulmones.
- 4.º En evaporar el agua exhalada por la traspiracion cutánea.
- 5.º En elevar á la temperatura de los órganos, los alimentos sólidos y líquidos absorbidos.
- 6.º En producir el trabajo mecánico del funcionamiento de los órganos internos.
- 7.º En producir el trabajo mecánico exterior que desarrolla el animal.

Examinemos sucesivamente estos diferentes empleos del calor producido.

TEMPERATURA DEL ORGANISMO. Los animales superiores poseen una temperatura propia más elevada, en general, que el medio que les rodea, y cuasi constante en estado de salud.

En nuestros climas la temperatura del hombre bien conservado, tomada bajo el sobaco, varía de 36°,5 á 37°,5.

Hé aquí ahora las temperaturas de algunos animales, observadas por sabios de fé.

Ganso comun.....	41°,7
Paloma encerrada.....	41°,5 á 42,5
Paloma libre.....	43°,0 á 43,5
Gorrion.....	39°,1 á 42,1
Gallina comun.....	39°,4 á 43,9
Pato comun.....	41°,0 á 43,5
Caballo árabe.....	37°,5
Caballo.....	36°,8
Gato.....	38°,3 á 42,0
Liebre.....	37°,8
Perro.....	39°,0 á 39,6
Carnero.....	37°,3 á 40,5
Cabra.....	39°,2 á 40,0
Conejo.....	38°,0 á 40,0
Buey.....	37°,5
Asno.....	36°,
Burra.....	37°,7

Independientemente de las variaciones bastante considerables de temperatura que pueden manifestarse en las partes superficiales del cuerpo por influencias exteriores, la temperatura varía poco de un punto á otro del organismo. Así, la temperatura de la sangre arterial es un poco superior á la de la venosa, considerada en vasos igualmente lejanos de las extremidades, y la temperatura de los músculos sobrepaja á la de los tejidos celulares adyacentes.

La temperatura propia de los animales del órden de los que nos interesan aquí, como

se ve por el cuadro anterior, varía entre límites bastante próximos. En estado de salud la temperatura de las partes profundas no puede alejarse, poco más ó ménos, de la normal del animal, considerado sin producir la muerte. La temperatura de un hombre tomando un baño frío, ó trabajando en una estufa, es esencialmente la misma. El organismo de los animales de sangre caliente posee, por consiguiente, reguladores de temperatura extremadamente poderosos y eficaces. Cuando el animal está en un medio frío, la combustión orgánica aumenta y pone el calor producido en relación con las pérdidas que sufre por la radiación y el contacto de los cuerpos que le rodean. En un medio caliente, al contrario, el trabajo de oxidación disminuye y las traspiraciones pulmonar y cutánea adquieren una actividad suficiente para perder una cantidad de calor equivalente á la que el cuerpo recibe en exceso, y para impedir exceda su temperatura normal. Un animal de sangre caliente puede en rigor vivir así durante un cierto tiempo en un medio cuya temperatura es superior á la suya, con tal que el espacio no esté saturado de vapor, y que el líquido de la traspiración se evapore rápidamente.

La temperatura del organismo puede variar, pues, en el mismo individuo en algunas décimas de grado sin inconveniente.

Por otra parte, el calor específico de los tejidos es considerable, pues que se aproxima al del agua. El cuerpo de un animal puede, pues, recibir algunas décimas de caloría por kilogramo viviente más de lo que gasta, ó recíprocamente, sin alterar el juego de sus funciones vitales. La masa del cuerpo forma, por tanto, un primer regulador de la temperatura, que funciona, es verdad, entre límites muy restringidos, pero, sin embargo, suficientes para dar tiempo á las combustiones respiratorias á ponerse en actividad, en relación con las necesidades del sujeto considerado.

CALOR CONSUMIDO POR CONTACTO Y RADIACION. No hay experimentos directos y detallados sobre la cantidad de calor perdido por el cuerpo de los animales, por radiación, ni sobre la cantidad de calor desprendido por el contacto del aire más ó ménos frío, según que esté en reposo ó en movimiento. Por consiguiente, hay que limitarse á calcular de una manera aproximada la cantidad de calor perdida por estas dos vías. Es necesariamente muy variable, y será en vano el que se trate de evaluar exactamente por una cifra única, ó por una fracción constante del gasto total.

Como simple evaluación, los fisiólogos creen que, en nuestros climas, es próximamente en un largo período, las tres cuartas partes lo ménos del calor total perdido.

La superficie del cuerpo de un animal, siendo tanto mayor por unidad de peso cuanto el animal es más pequeño, se concibe que la cantidad de calor perdida por la radiación ó contacto del medio ambiente es tanto más grande, proporcionalmente, cuanto el animal es más pequeño.

En climas fríos, en que el animal debe mantenerse á una temperatura mucho más elevada que la del aire, la cantidad de calor empleada en este uso tiene una importancia preponderante sobre todos los demás gastos de calor: se advierte, en efecto, que la cantidad de calor producida es tanto mayor por unidad de peso cuanto el animal es más pequeño. El hombre mismo no se escapa de esta ley. Él produce por kilogramo de peso viviente más calor que el caballo y ménos que el carnero. La finura y desnudez de su piel no le permiten conservar en nuestros climas una temperatura suficiente, si no se cubre con vestidos destinados, por su mala conductibilidad, á compensar las pérdidas de calor que sufre por radiación y contacto.

CALOR DESPRENDIDO POR EL AIRE ASPIRADO. El calor consumido para elevar á la temperatura del cuerpo el aire aspirado á cada respiración, es fácil de valorar bastante exactamente. Es igual, en un tiempo dado, al producto del volumen de cada respiración, multiplicado por su número, en el tiempo considerado, multiplicado en seguida por el calor específico del aire, y multiplicado, en fin, por la diferencia de las temperaturas de entrada y salida del fluido.

Este cálculo exige que se evalúe el peso del litro aspirado á la temperatura, presión, y latitud á que se opera, y que se determine la temperatura de la mezcla gaseosa á la salida de los pulmones. La pequeña tabla siguiente permite simplificar estas operaciones. Se ha supuesto, para fijar las ideas, que el aire aspirado está á la temperatura de 37°, que el barómetro corregido está á 0^m,760, en fin, se han despreciado las correcciones relativas á la latitud y diferencia de los calores específicos del aire y del ácido carbónico.

Temperatura del aire exterior	Peso correspondiente de un litro de aire gramos	Diferencias de las temperaturas del aire aspirado y expirado grados	Calor llevado por litro de aire, calorías
- 25.....	1,4229	62	0,02099
- 20.....	1,3948	57	0,01892
- 15.....	1,3678	52	0,01693
- 10.....	1,3417	47	0,01501
- 5.....	1,3167	42	0,01316
0.....	1,2927	37	0,01138
+ 5.....	1,2695	32	0,00967
+ 10.....	1,2471	27	0,00801
+ 15.....	1,2254	22	0,00642
+ 20.....	1,2044	17	0,00487
+ 25.....	1,1843	12	0,00338
+ 30.....	1,1648	7	0,00194
+ 35.....	1,1458	2	0,00054

Aplicando las cifras precedentes á un hombre que hiciera 20 respiraciones por minuto, y cuya capacidad respiratoria fuese de 0^{lit},400, se reconoce que gastaría para calentar el aire de su respiración, si la temperatura exterior fuera de -25°, una cantidad de calor igual á $20 \times 60' \times 24^h \times 0^{\text{lit}},400 \times 0^{\text{cal}},02317 = 242$ calorías. A la temperatura de +15°, gastaría aún 74 calorías, y á +35°, el gasto se reduciría á 6 calorías por 24 horas. Si el aire aspirado fuera más caliente que el organismo, habría ganancia de calor. En esta circunstancia excepcional, la traspiración pulmonar se aceleraría ó impediría al pulmón que excediera notablemente á su temperatura ordinaria.

CALOR CONSUMIDO POR LAS TRASPIRACIONES. El calor empleado en evaporar el agua de la traspiración pulmonar ó cutánea, es fácil de evaluar exactamente; es igual al peso del vapor de agua arrastrada multiplicado por 536,7, número que representa el calor de vaporización. Un hombre que evaporara en total 50^{gr} de agua por hora, ó 1200^{gr} por 24 horas, gastaría en este concepto $1^k,2 \times 536,7 = 644$ calorías.

CALOR CONSUMIDO EN CALENTAR LOS ALIMENTOS. La cantidad de calor gastada en elevar la temperatura de los alimentos á la del cuerpo, es igualmente fácil de medir: se obtiene multiplicando su peso por la diferencia entre su temperatura y la del cuerpo y por su calor específico, que es en general poco diferente del que corresponde al agua. Un hombre que absorbiera por día 3^k,500 de alimentos sólidos ó líquidos á 10°, gastaría poco más ó me-