



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias
Dpto. Cs. Biológicas Animales



Termorregulación

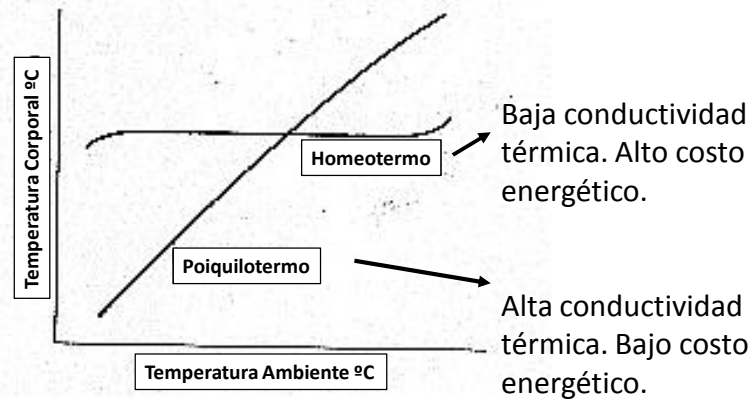
Dr. Víctor H. Parraguez

CLASIFICACIÓN DE LOS ANIMALES DE ACUERDO AL MODO DE TERMORREGULAR

		ENDOTERMIA	
		SI	NO
TERMORREGULACIÓN	SI	Endotermos Endotermos termorreguladores u Homeotermos (mamíferos , aves, algunos peces óseos como tiburón)	Ectotermos Poiquilotermos termorreguladores o Termorreguladores conductuales (reptiles como iguana y lagarto)
	NO	Endotermos que no termorregulan (peces óseos como algunos atunes)	Poiquilotermos no termorreguladores (reptiles anfibios, peces)

Dr. Víctor H. Parraguez

EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS ESTRATEGIAS DE TERMORREGULACIÓN



Dr. Víctor H. Parraguez

SIGNIFICADO DE LA TERMORREGULACIÓN

La T° tisular regula la calidad de procesos fisiológicos (difusión, osmosis, etc.), la tasa de procesos bioquímicos (cambios estructura y capacidad funcional de proteínas) y el estado de viscosidad de las membranas.

¿PORQUÉ TERMORREGULAR ?

- Independencia del medio ambiente.
- Mejor rendimiento de las funciones superiores del sistema nervioso, especialmente del cerebro.
- Disminución de la vulnerabilidad de las funciones superiores del cerebro a los efectos nocivos de la hipo e hipertermia.

Dr. Víctor H. Parraguez

TEMPERATURA CORPORAL EN ANIMALES DOMÉSTICOS

Temperatura Rectal en Diferentes Especies		Temperatura Rectal en Diferentes Especies	
Especie	Temperatura Rectal (°C)	Especie	Temperatura Rectal (°C)
Equidos		Ovinos - Caprinos	
Potrito Recien Nacido	39.3	Cordero	38.5 - 40.5
Potrito 1 año	37.5 - 38.5	Oveja	38.5 - 39.5
Caballo Adulto, Macho	37.5 - 38.5	Camero	38.5 - 39.5
Caballo Adulto, Yegua	37.5 - 38.5	Chiva	38.5 - 41.0
Asno Mulo, Joven	37.5 - 38.5	Chivato	38.5 - 40.5
Asno Mulo, Adulto	38.8 - 39.0	Cerdos	
Bovinos		Ledon, 2 semanas	39.0 - 40.5
Terero	38.5 - 40.5	Cerdo	37.5 - 39.0
Novillo, 12 meses	38.5 - 40.0	Perros - Gatos	
Vaca	37.5 - 39.5	Cachorro	38.0 - 40.0
		Perra Adulta	37.5 - 39.0
		Gato	38.0 - 39.5
		Aves	
		Gallina	40.5 - 43.0

Dr. Víctor H. Parraguez

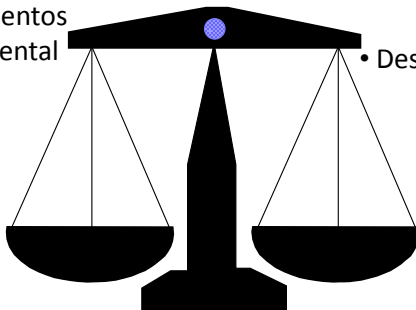
MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Producción de calor:

- Metabolismo Basal
- Actividad Muscular
- Efecto de Hormonas
Tiroideas y Catecolaminas
- Acción Dinámica
Específica de Alimentos
- Efecto de T° ambiental

Pérdida de calor:

- Radiación
- Conducción
- Convección
- Evaporación
Sudor
Respiración
- Desechos



Dr. Víctor H. Parraguez

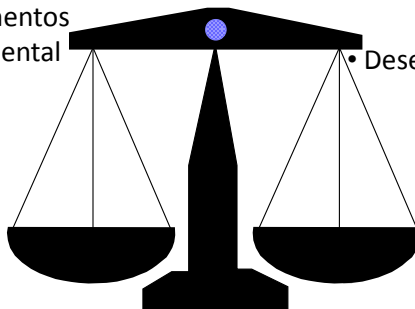
MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Producción de calor:

- Metabolismo Basal
- Actividad Muscular
- Efecto de Hormonas
Tiroideas y Catecolaminas
- Acción Dinámica
Específica de Alimentos
- Efecto de T° ambiental

Pérdida de calor:

- Radiación
- Conducción
- Convección
- Evaporación
Sudor
Respiración
- Desechos



Dr. Víctor H. Parraquez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

METABOLISMO = "Sumatoria de procesos o reacciones químicas que ocurren en el organismo animal"

Anabolismo: transformación de moléculas simples en moléculas complejas. Procesos de crecimiento y regeneración. Involucra consumo de energía.

+

Catabolismo: degradación de moléculas complejas a otras más simples. Procesos de generación y transformación de energía (trabajo, calor, almacenamiento como ATP).

Dr. Víctor H. Parraquez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

TASA METABÓLICA

Energía calórica liberada por unidad de tiempo (kcal/hr), producto del metabolismo orgánico (conversión de energía química a calor).

Esta varía con la cantidad e intensidad de las actividades que realiza un animal: crecimiento, reparación, trabajo interno (químico, osmótico, eléctrico y mecánico), trabajo externo (locomoción y comunicación) y pérdidas a través de secreciones, orina y fecas.

Dr. Víctor H. Parraguez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

UTILIDAD DE LA MEDICIÓN DE LA TASA METABÓLICA

- Cálculo del requerimiento energético de un animal.
- Estimación cualitativa y cuantitativa de los mecanismos conservadores y disipadores de calor en animales sometidos a diferentes condiciones ambientales.
- Estimación del costo energético del ejercicio o de procesos homeorréticos.

Dr. Víctor H. Parraguez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

TASA METABÓLICA BASAL

Metabolismo energético medido en condiciones de mínimo stress ambiental y fisiológico, con ayuno temporal.

Requisitos para la medición:

- Ayuno de al menos 12 horas
- Se mide luego de un episodio de sueño
- El animal debe estar en reposo
- Temperatura ambiental de 23°C

Sirve para comparar la tasa metabólica entre individuos de la misma especie.

Dr. Víctor H. Parraguez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

CONTRIBUCIÓN DE DIFERENTES ÓRGANOS A LA TASA METABÓLICA BASAL

- | | |
|---------------------------------------|-----|
| • Hígado y Visceras Abdominales: | 50% |
| • Musculatura Esquelética: | 20% |
| • Cerebro y SNC: | 20% |
| • Corazón y Musculatura Respiratoria: | 10% |

Dr. Víctor H. Parraguez

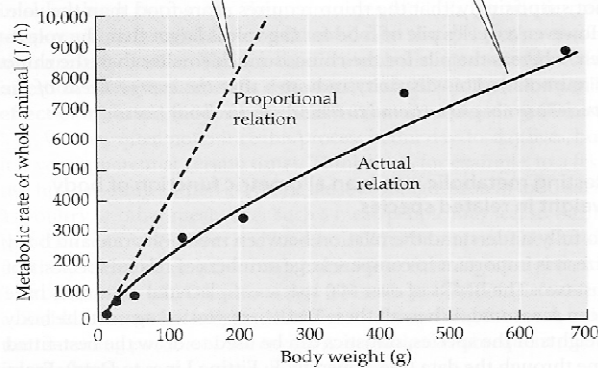


MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

PESO CORPORAL Y TASA METABÓLICA BASAL

The dashed line shows how whole-body BMR would vary with weight if BMR were proportional to body weight and all species exhibited the same proportional relation as 10-g mammals.

The solid curve shows the actual statistically determined relation between whole-body BMR and body weight.



Dr. Víctor H. Parraguez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

PESO CORPORAL Y TASA METABÓLICA

ANIMAL	PESO CORPORAL (Kg)	Consumo O ₂ (L/Kg/h)
Elefante	3.800	0,07
Caballo	650	0,11
Cerdo	100	0,21
Hombre	70	0,23
Oveja	42	0,27
Perro	12	0,33
Gato	2,5	0,68
Rata	0,29	0,87
Ardilla	0,096	0,93
Ratón	0,025	1,65
Musaraña	0,004	7,40

Dr. Víctor H. Parraguez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

ESTIMACIÓN DE LA TASA METABÓLICA BASAL

Tasa Metabólica Basal:

$$TMB = 70 P_c^{0,75} \text{ (kcal/h) } \text{ ó } 0,676 P_c^{0,25} \text{ (L O}_2\text{/kg/h)}$$

$$\log TMB = \log 70 + 0,75 \log P_c \text{ ó } \log 0,676 - 0,25 \log P_c \text{ (L O}_2\text{/kg/h)}$$

Dr. Víctor H. Parraguez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

TASA METABÓLICA STANDARD

Es el equivalente a la TMB, pero a una temperatura corporal definida, ya que la tasa metabólica varía en función de la temperatura corporal, especialmente en animales poiquiloterms o ectoterms.

Dr. Víctor H. Parraguez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

TASA METABÓLICA ACTIVA

Promedio de utilización de energía de un animal bajo condiciones de actividad normal.

Representa de mejor forma el consumo de energía y producción de calor bajo condiciones normales, pero es más variable entre individuos.

Dr. Víctor H. Parraguez

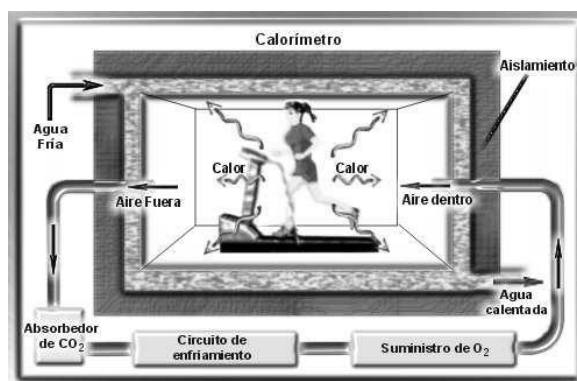


MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

MEDICIÓN DE LA TASA METABÓLICA

Calorimetría Directa:

El animal se pone en una cámara aislada y se registra el calor producido por cada unidad de tiempo.



Dr. Víctor H. Parraguez

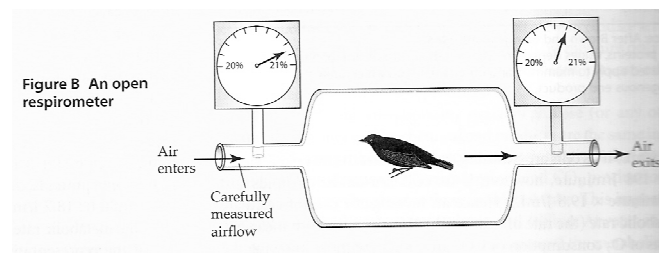


MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

MEDICIÓN DE LA TASA METABÓLICA

Calorimetría Indirecta:

Se basa en el hecho de que para quemar los recursos energéticos se consume O_2 y se produce CO_2 . El animal se pone en un respirómetro y se registra el O_2 consumido y el CO_2 producido por unidad de tiempo. Es la técnica más usada.



Dr. Víctor H. Parraguez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

MEDICIÓN DE LA TASA METABÓLICA

Calorimetría Indirecta:

La cantidad de calor producido por los sustratos energéticos es diferente, pero el cuociente respiratorio permite conocer el sustrato utilizado, ya que es específico para cada uno de ellos:

$$QR = \text{CO}_2 \text{ producido} / \text{O}_2 \text{ consumido}$$

CALOR PRODUCIDO Y CUOCIENTE RESPIRATORIO (QR) PARA LOS TRES PRINCIPALES RECURSOS ENERGÉTICOS

Rec. Energía	Calor Producido(kcal)		QR
	Por gramo de	Por L de O_2	
Carbohidratos	4.1	5.05	1.00
Proteínas	4.2	4.46	0.80
Grasas	9.3	4.74	0.71

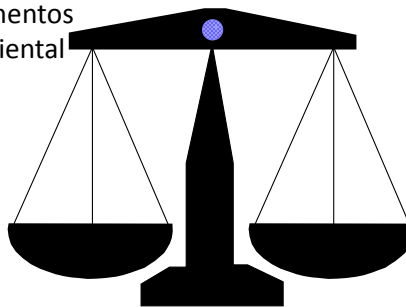
Dr. Víctor H. Parraguez

MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Producción de calor:

- Metabolismo Basal
- **Actividad Muscular**
- Efecto de Hormonas
Tiroideas y Catecolaminas
- Acción Dinámica
Específica de Alimentos
- Efecto de T° ambiental

→ ↑ 400% TMB



Dr. Víctor H. Parraquez

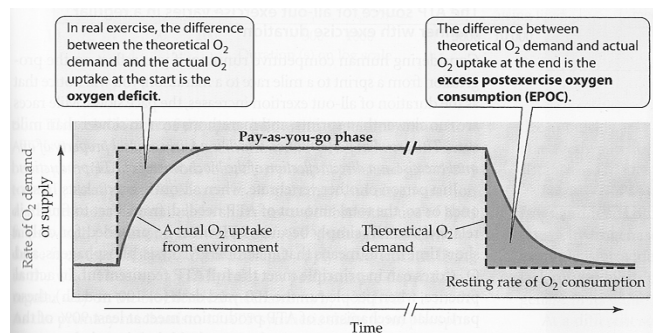


MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

ÍNDICE DE EXPANSIBILIDAD METABÓLICA

$$\text{IEM} = \text{TMM} / \text{TMB} \quad \text{o} \quad \text{VO}_2\text{max} / \text{VO}_2\text{ reposo}$$

El ejercicio muscular es la principal actividad que aumenta la actividad metabólica.



Dr. Víctor H. Parraquez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Producción de calor:

- Metabolismo Basal
- Actividad Muscular
- **Efecto de Hormonas**
- Acción Dinámica Específica de Alimentos
- Efecto de T° ambiental

Tiroideas: por su acción en el metabolismo de carbohidratos y grasas, modifican la TMB entre - 40 y + 60%. Mecanismo lento.

Catecolaminas: NE y E (en presencia de T_3) desacoplan la fosforilación oxidativa en la grasa parda, pueden aumentar la TM rápidamente, hasta en 500% (en individuos jóvenes).

Dr. Víctor H. Parraguez

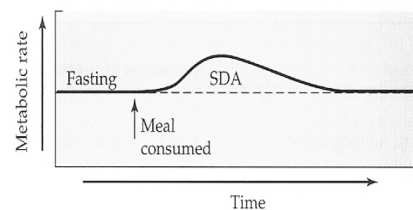


MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Producción de calor:

- Metabolismo Basal
- Actividad Muscular
- Efecto de Hormonas
- **Acción Dinámica Específica de Alimentos**
- Efecto de T° ambiental

(a) The concept of SDA



La TM aumenta en 5-10% con consumo de carbohidratos y grasas y 25-30% para proteínas. El aumento de la TM también depende de la cantidad de alimento consumido.

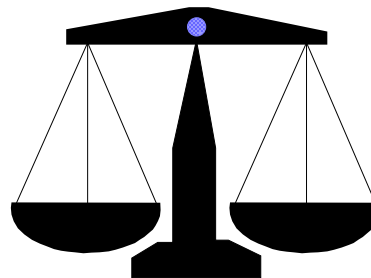
Dr. Víctor H. Parraguez

MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Producción de calor:

- Metabolismo Basal
- Actividad Muscular
- Efecto de Hormonas
- Acción Dinámica Específica de Alimentos
- Efecto de T° ambiental

Temperaturas ambientales altas pueden inducir un aumento transitorio de la actividad metabólica celular.



Dr. Víctor H. Parraguez



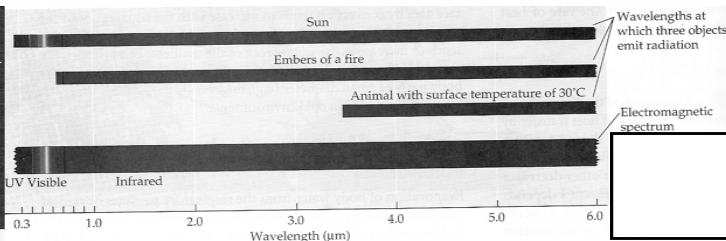
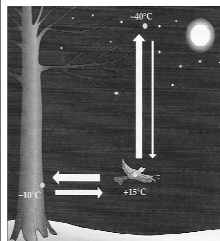
MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Pérdida de calor:

Pérdida de calor por emisión de rayos infrarrojo. Este mecanismo explica aprox. el 60% de las pérdidas calóricas.



- Radiación
- Conducción
- Convección
- Evaporación
 - Sudor
 - Respiración
- Desechos



Dr. Víctor H. Parraguez



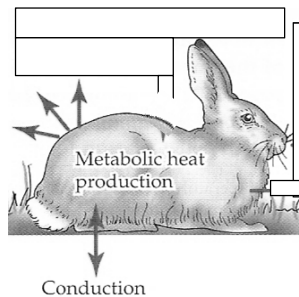
MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Pérdida de calor por traspaso directo de un cuerpo con mayor temperatura a otro con menor temperatura. Este mecanismo explica aprox. 3% de las pérdidas calóricas.



Pérdida de calor:

- Radiación
- **Conducción**
- Convección
- Evaporación
 - Sudor
 - Respiración
- Desechos



Dr. Víctor H. Parraguez



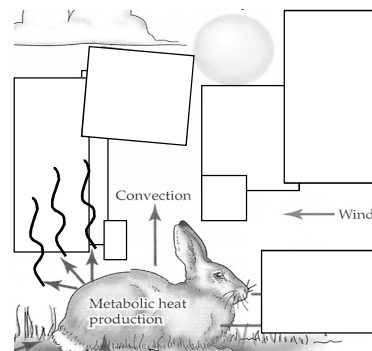
MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Conducción de calor a la capa de aire que está en contacto directo con la superficie corporal. Este mecanismo explica aprox. 10-15% de las pérdidas calóricas. El viento aumenta las pérdidas en proporción a la raíz cuadrada de su velocidad.



Pérdida de calor:

- Radiación
- Conducción
- **Convección**
- Evaporación

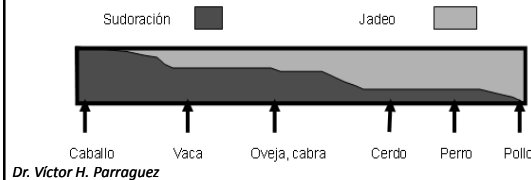


Dr. Víctor H. Parraguez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Se pierden ~ 0.6 kcal por gramo de agua evaporada. La evaporación de sudor y la perspiración dan cuenta de aprox. 20-25% de las pérdidas de calor. La evaporación a través de la respiración es responsable del 2% de las pérdidas de calor.

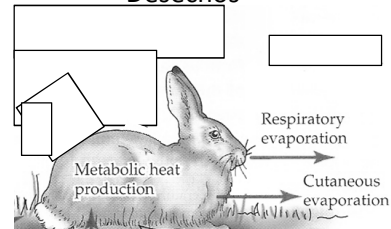


Pérdida de calor:

- Radiación
- Conducción
- Convección
- Evaporación

Sudor
Respiración
Jadeo

- Desechos



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

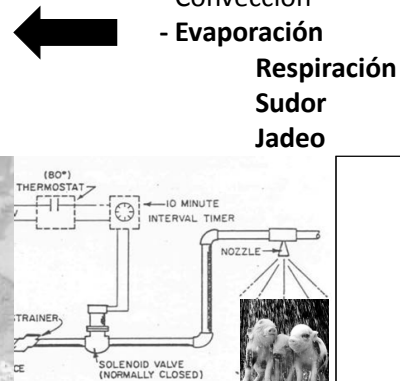
Naturalmente los cerdos se embarran para incrementar la evaporación superficial de agua. En crianza intensiva se implementan sistemas de aspersión de agua en aerosol o goteo.



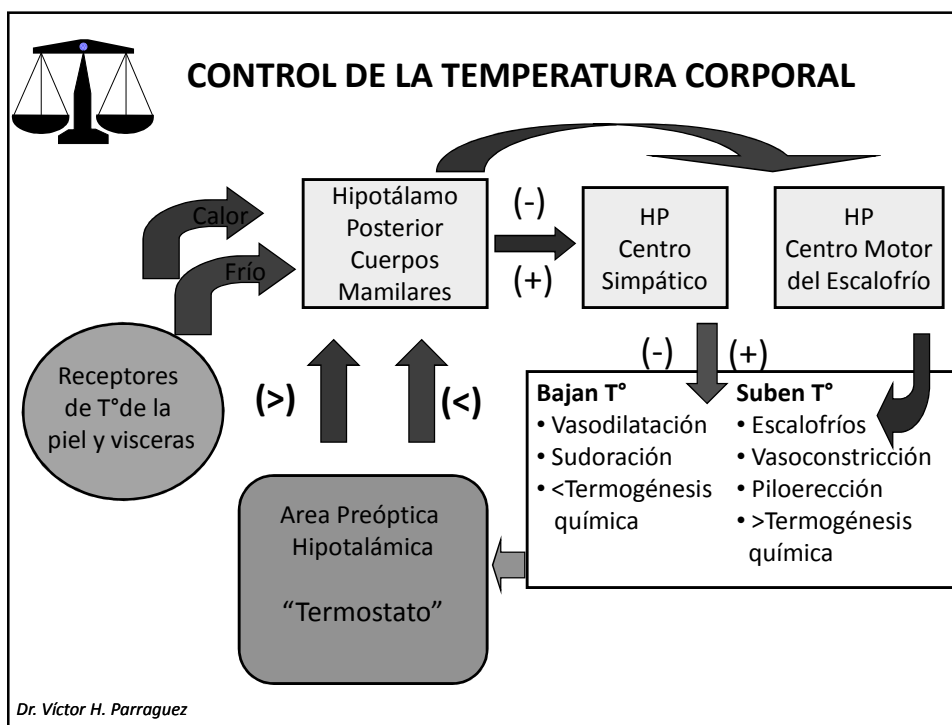
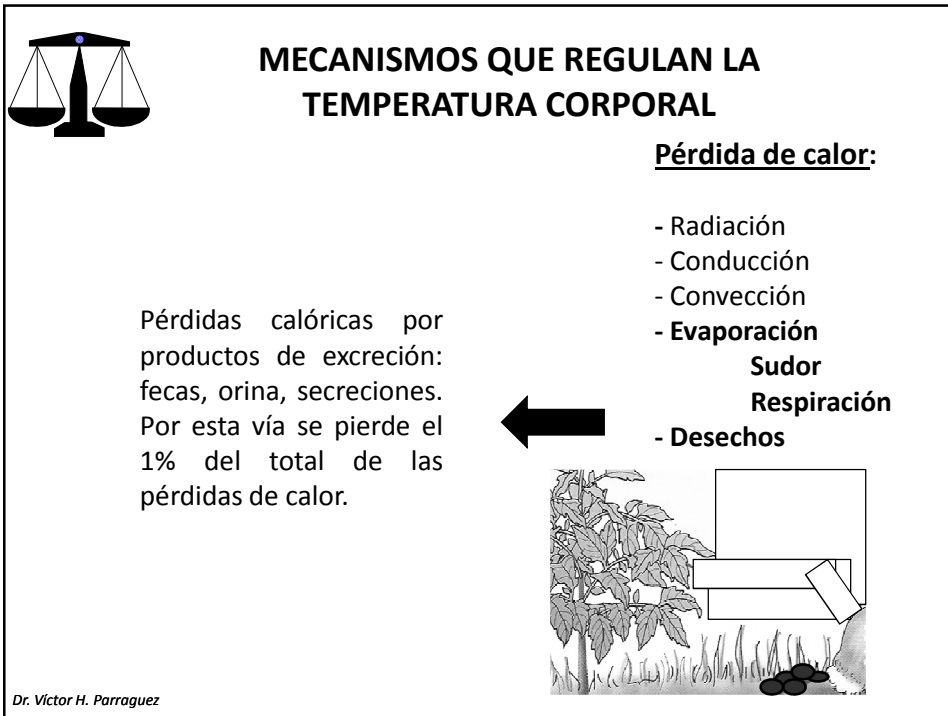
Pérdida de calor:

- Radiación
- Conducción
- Convección
- Evaporación

Respiración
Sudor
Jadeo



Dr. Víctor H. Parraguez





MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Mecanismos Activados por cambios en la temperatura ambiental

Activados por Calor

1. Aumentan la pérdida de calor:

- vasodilatación cutánea
- sudoración
- jadeo

2. Disminuyen la producción de calor:

- anorexia
- apatía

Activados por Frío

1. Aumentan la producción de calor:

- escalofríos
- apetito
- aumento actividad voluntaria
- aumento secreción catecolaminas

2. Disminuyen la pérdida de calor:

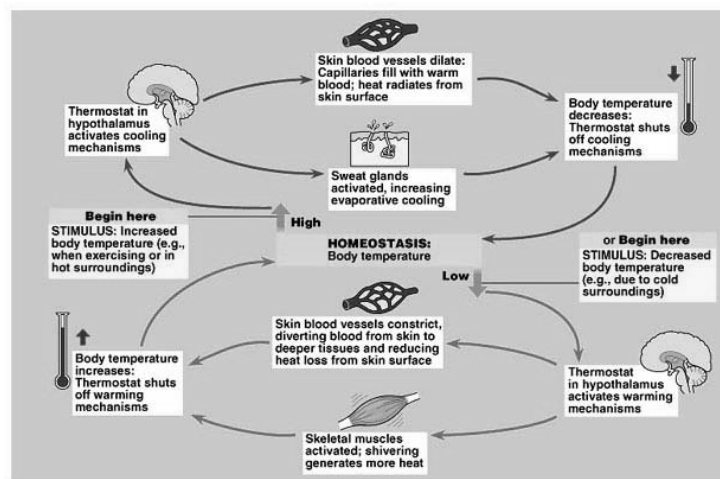
- vasoconstricción cutánea
- encorvamiento
- piloerección

Dr. Víctor H. Parraquez



MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA CORPORAL

Mecanismos Activados por cambios en la temperatura ambiental



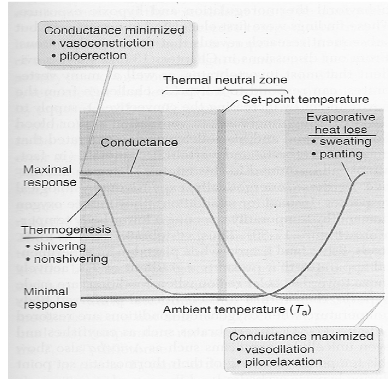
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Dr. Víctor H. Parraquez



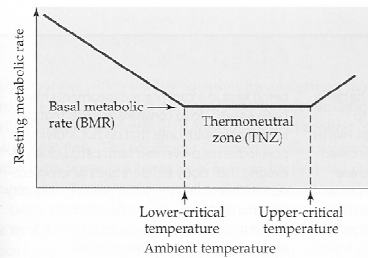
ZONA DE TERMONEUTRALIDAD

Temperatura ambiental en la que no se gasta energía en activar mecanismos de producción o disipación de calor.

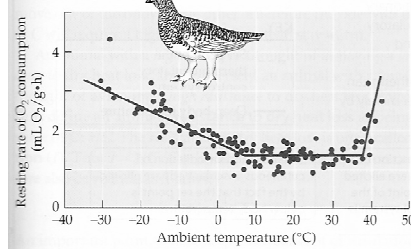


Dr. Víctor H. Parraguez

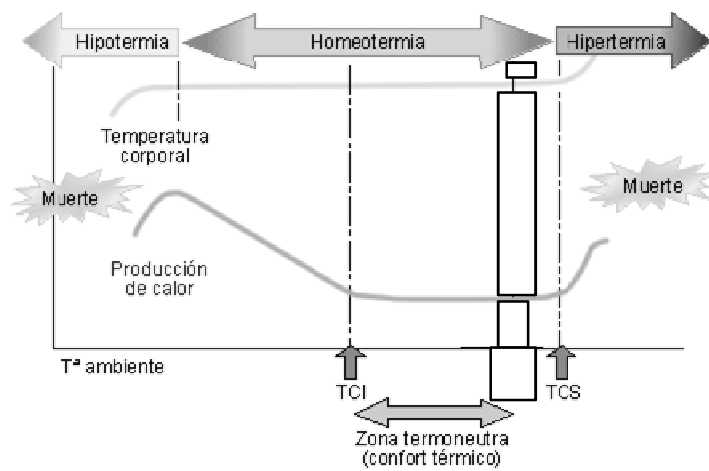
(a) The general relation



(b) An example



ZONA DE TERMONEUTRALIDAD

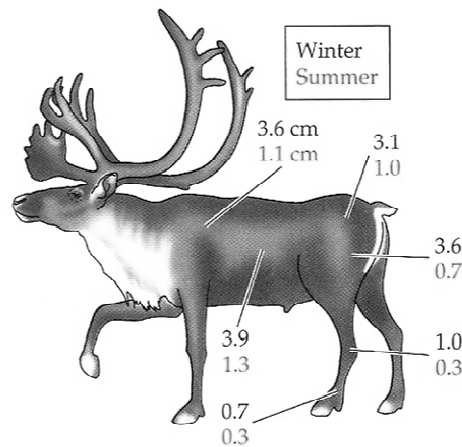


Dr. Víctor H. Parraguez



ESTRATEGIAS PARA AHORRAR ENERGÍA EN AMBIENTES DE ALTA DEMANDA METABÓLICA

CRECIMIENTO DE LA CAPA

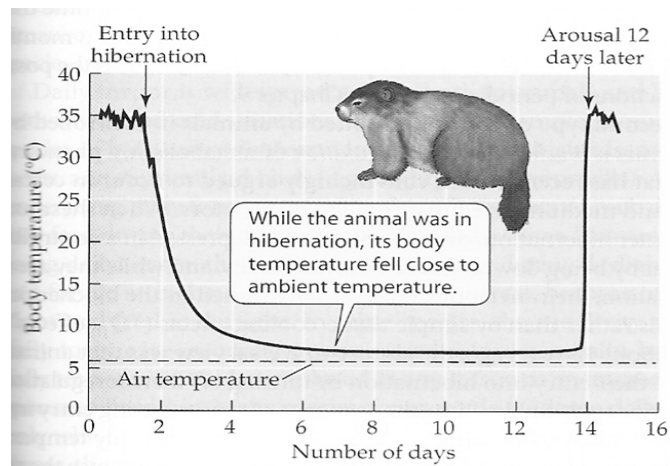


Dr. Víctor H. Parraguez



ESTRATEGIAS PARA AHORRAR ENERGÍA EN AMBIENTES DE ALTA DEMANDA METABÓLICA

HIBERNACIÓN

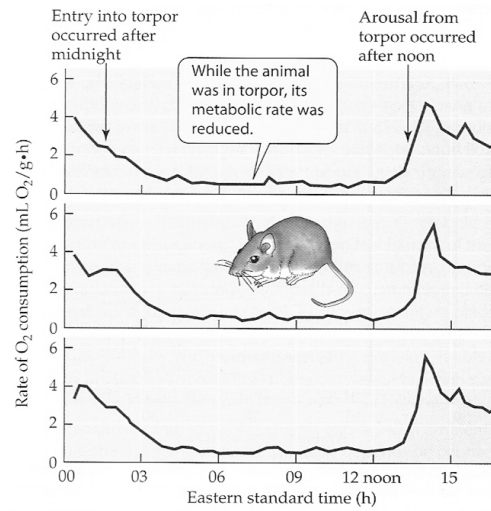


Dr. Víctor H. Parraguez



ESTRATEGIAS PARA AHORRAR ENERGÍA EN AMBIENTES DE ALTA DEMANDA METABÓLICA

TORPOR



Dr. Víctor H. Parraguez

FIN



Dr. Víctor H. Parraguez