

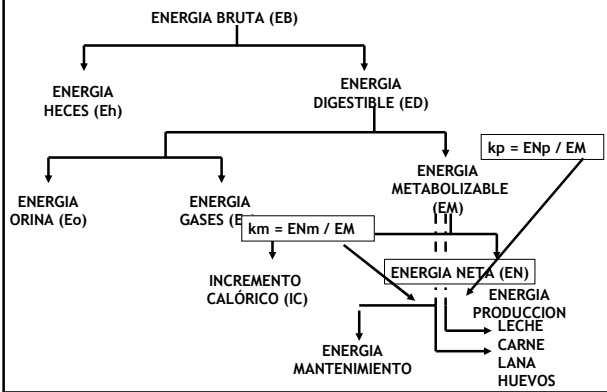
EFICIENCIA EN EL USO DE LA ENERGIA METABOLIZABLE

Mariana Carriquiry
Mayo 2011

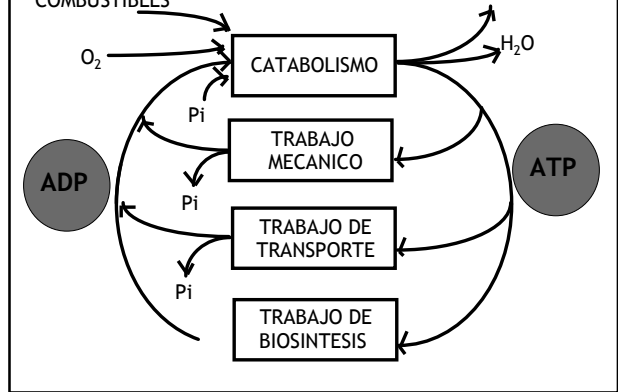
EFICIENCIA EN EL USO DE LA ENERGIA METABOLIZABLE

- REPASO
 - ESQUEMA PARTICION ENERGIA
 - CICLO ATP-ADP
 - COMO MEDIMOS LA ENERGIA NETA?
- EFICIENCIA EN EL USO DE LA ENERGIA
- MANTENIMIENTO
 - TRANSPORTE DE IONES
 - RESINTESIS DE PROTEINAS Y TRIGLICEROLES
 - FACTORES QUE AFECTAN LA ENERGIA DE MANTENIMIENTO
 - ESPECIE
 - EDAD
 - E. FISIOLOGICO
 - SEXO
 - NUTRICION
 - GENETICA

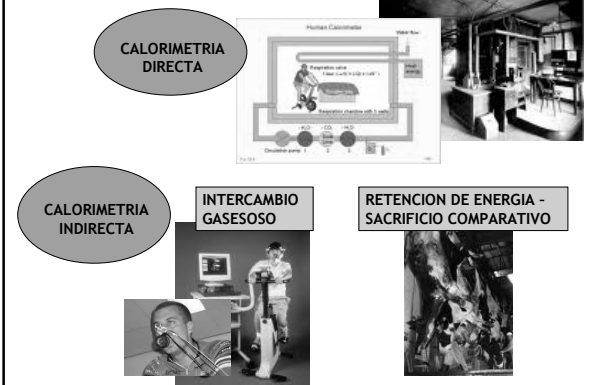
ESQUEMA DE PARTICION DE LA ENERGIA



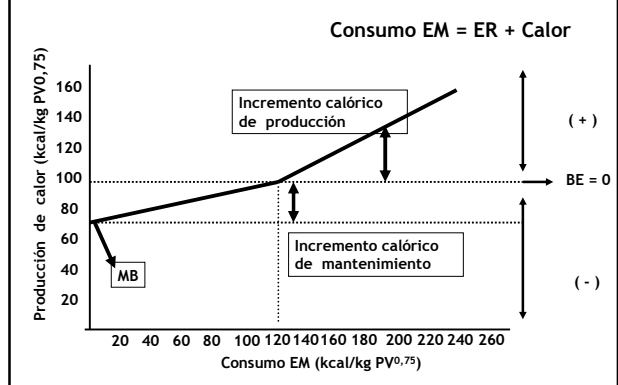
CICLO ATP-ADP

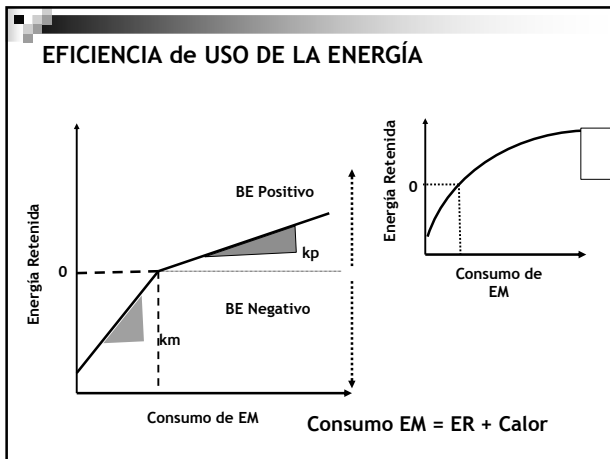


COMO MEDIMOS LA ENERGIA NETA?



EFICIENCIA de USO DE LA ENERGÍA





- ### EFICIENCIA de USO DE LA ENERGÍA
- La eficiencia con que se utiliza la EM alimentaria no es igual los distintos procesos que se realizan en los animales
 - mantenimiento > lactación > crecimiento > reproducción
 - EFICIENCIA TOTAL VS. PARCIAL

METABOLISMO BASAL

Funciones	Gasto de energía basal (%)	
Funciones de servicio → desarrolladas por los tejidos para beneficio del organismo como un "todo"		
Trabajo del riñón	6 a 7	
Trabajo del corazón	9 a 11	
Respiración	6 a 7	
Funciones nerviosas	10 a 15	
Funciones del hígado	5 a 10	
Total	36 a 50	
Mantenimiento celular → funciones esenciales para la conservación de la célula		
Transporte de iones	30 a 40	
Resíntesis de proteínas	9 a 12	
Resíntesis de triglicéridos	2 a 4	
Total	41 a 56	

Baldwin et al., 1980

MANTENIMIENTO

ENERGIA REQUERIDA PARA MANTENER

BALANCE ENERGETICO = 0

METABOLISMO BASAL

ACTIVIDAD

TERMORREGULACION

- ### TRANSPORTE (INTERCAMBIO) DE IONES
- Transporte de iones a través de las membranas está estrechamente ligado con el metabolismo energético a nivel de mantenimiento y también por encima de mantenimiento
 - Incluye
 - Bomba de Na⁺/K⁺ en la generación de ATP
 - Transporte de Na⁺ ligado al impulso nervioso
 - Transporte de Ca⁺⁺ ligado a la contracción muscular

RENOVACION (RESÍNTESIS) PROTEICA O DE TRIGLICÉRIDOS

	Eficiencia de síntesis (%)		Referencias
	Proteína	Grasa	
CALCULADA "REAL"	88	83	
Novillos (Hereford)	9	60	Old and Garrett, 1985
Vacas (Angus)	18	77	DiCostanzo et al., 1990
Ovejas (Curzas)	13	66	Farrell et al., 1972
Cerdos (Cruzas)	48	77	Tess et al., 1984

La eficiencia de síntesis de proteína "real" (estimada en pruebas con animales) es mucho menor que la "teórica" mientras que la eficiencia de síntesis de grasa "real" se acerca más a la "teórica"

RENOVACION (RESINTESIS) PROTEICA O DE TRIGLICERIDOS

- La eficiencia de síntesis de proteína “teórica” está basada en la energía requerida para sintetizar proteína una sola vez
 - PERO en el organismo animal la masa proteica está siendo continuamente sintetizada y degradada (renovación o resíntesis proteica)
- La renovación o resíntesis de triglicéridos es muy baja, por lo tanto contribuye en un 2- 3% al costo energético

RENOVACION (RESINTESIS) PROTEICA - EJEMPLO

Se ha estimado que un rumiante adulto debe sintetizar 500 g/d de proteína para remplazar el epitelio intestinal

↓
5 moles ATP/100 g de proteína x 18 kcal/moles ATP
x 500 g de proteína = 450 kcal/d

↙
6% del consumo de energía

RENOVACION (RESINTESIS) PROTEICA PORQUE?

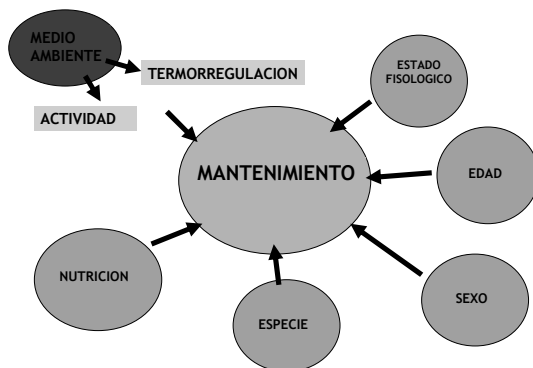
- Adaptación rápida a cambios fisiológicos, nutricionales y ambientales - ej. Síntesis enzimas
- Osmorregulación - ej. Turnover albúmina
- Homeostasis del patrón de aminoácidos en la sangre - ej. Equilibrio aun en dietas desbalanceadas

CONTRIBUCIONES DE LA SINTESIS DE PROTEINA A LA PROTEINA CORPORAL TOTAL

	Síntesis (g/d)	%
Carcasa	873.1	33
Músculo	373.1	14
TGI	1146.8	43
Hígado	193.8	7
Cuero	458.2	17
Total	2671.9	

Carcasa = animal sin vísceras, cuero y patas

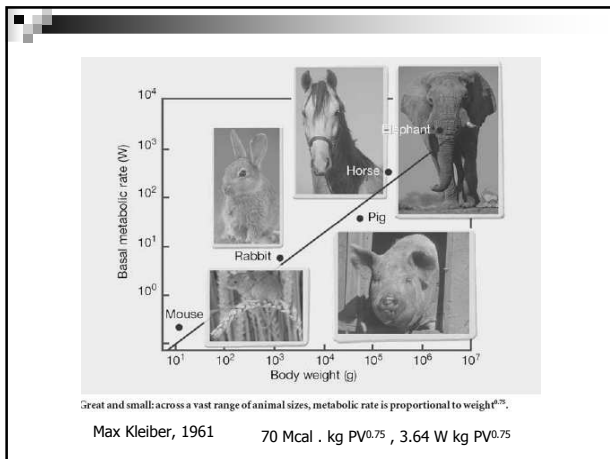
FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA de USO DE LA ENERGIA PARA MANTENIMIENTO



EFFECTO DE LA ESPECIE

	PV kg	PRODUCCION DE CALOR	
		kcal/PV	kcal/PV ^{0.75}
RATA	0.29	97	70.8
POLLO	2.1	55	65.9
OVEJA	50	21	56.4
HUMANO	70	24	70.3
CERDO	122	20	65.4
VACUNOS	500	15	70.6





EFFECTO DE LA EDAD *

EDAD OVEJAS	PRODUCCION DE CALOR kcal/PV ^{0.75}
1 SEMANA	70.8
6 SEMANAS	65.9
4 MESES	56.4
1 AÑO	60.3
6 AÑOS	65.4

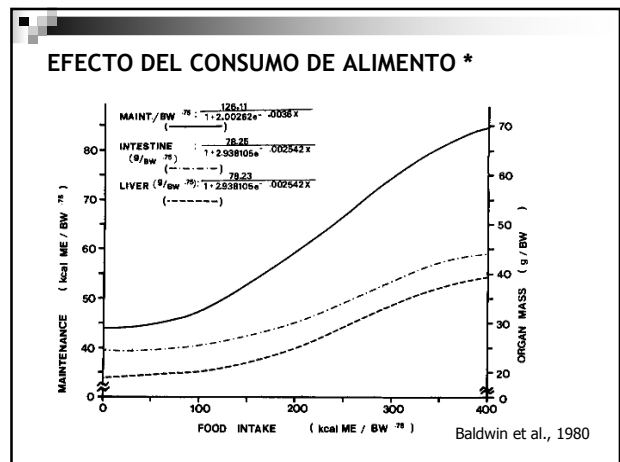
TERNEROS		Consumo de oxigeno (μ l O ₂ /(mg peso seco.h))	
		Total	Dependiente de Na/K-ATPasa
10 - 21 d	Músculo	3.27 ± 0.27	1.36 ± 0.11
7 meses	Músculo	2.75 ± 0.27	1.08 ± 0.11

➔ ACTIVIDAD METABOLICA Y COMPOSICION CORPORAL

EFFECTO DEL SEXO

- ☐ METABOLISMO BASAL 6-7% MAYOR EN MACHOS QUE HEMBRAS
- ☐ METABOLISMO BASAL 5-10% MENOR EN MACHOS CASTRADOS QUE INTACTOS

➔ COMPOSICION CORPORAL



EFFECTO DEL CONSUMO DE ALIMENTO *

Ovejas		Consumo de oxigeno (μ l O ₂ /(mg peso seco.h))	
		Total	Dependiente de Na/K-ATPasa
Ayuno	Epitelio intestinal	8.68 ± 0.38	2.47 ± 0.23
Mantenimiento	Epitelio intestinal	9.42 ± 0.68	4.48 ± 0.33
Ganancia de peso	Epitelio intestinal	10.12 ± 0.65	6.15 ± 0.42
Ayuno	Higado	3.55 ± 0.73	0.80 ± 0.33
Alimentadas	Higado	5.05 ± 0.30	2.12 ± 0.25

MASA DE TEJIDOS Y ORGRANOS Y ACTIVIDAD METABOLICA DE LOS MISMOS

CONSUMO DE ENERGIA y METABOLISMO DE LAS VISCERAS

Consumo MS	75% alfalfa		75% concentrado	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto
Consumo EB (Mcal/d)	20.9	34.5	15.6	28.6
Consumo EM (Mcal/d)	10.7	18.4	10.6	18.4
Consumo O ₂ (L/h)				
Visceras (TGI + Higado)	37.2	59.7	31.9	51.9d
Total	80.0	116.0	73.6	108.0
V/T (%)	46.5	51.5	43.3	48.1

Mediciones en vaquillonas
Reynolds et al., 1991

MANTENIMIENTO y PRODUCTOS FINALES DE LA DIGESTION

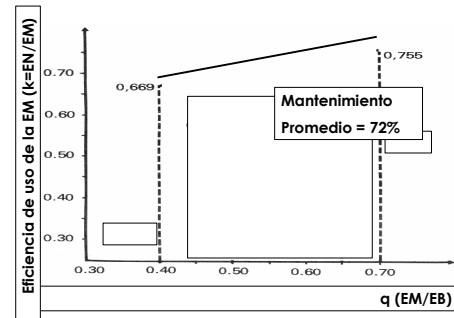
- Eficiencia de capturar la energía como ATP (-P) varía entre las diferentes vías metabólicas
- Señales neuro-endócrinas → partición de nutrientes

EJEMPLO

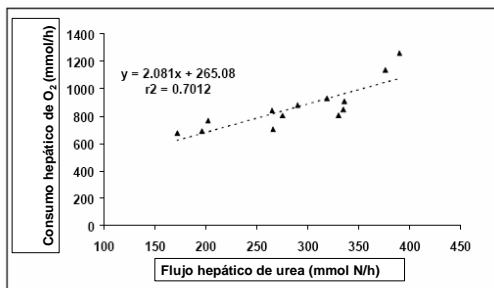
- Calor combustión glucosa - 686 kcal
- Oxidación glucosa - 38 moles ATP, 8 kcal/ATP 304 kcal/glucosa
- Eficiencia - 44%

1. Propionato - 39%
2. Acetato - 38%
3. Palmitato - 43%
4. Proteína - 29%

MANTENIMIENTO y PRODUCTOS FINALES DE LA DIGESTION *



EFFECTO DEL CONSUMO DE PROTEINA EN EL METABOLISMO DEL HIGADO *



Kozlozki et al., 2000

MANTENIMIENTO Y NUTRICION PREVIA

- SUBALIMENTACION → DISMINUCION MB
- SOBREALIMENTACION → AUMENTO MB

$$NEm \text{ (Mcal/day)} = .077PV^{.75} \times (.8 + ((CC - 1) \times .05))$$

CAMBIO CC	Cambio MB (%)
2	-15
3	-10
4	-5
5	0
6	+5
7	+10
8	+15

NRC, 2000

ACTIVIDAD METABOLICA Y MASA ORGANOS Y TEJIDOS

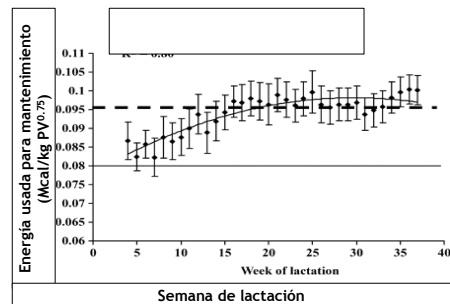
EFFECTO DEL ESTADO FISIOLÓGICO - LACTACION

	Vaca seca		Vaca en lactación	
	% PV	kcal/d	% PV	kcal/d
Carcasa	58	3829	53.6	3602
TGI	3.75	1078	4.85	1383
Higado	1.3	3369	1.65	4220
Corazon	0.35	1497	0.45	1843
Todos los tejidos	92.9	14971	92.9	16476
Kcal/kg ^{0.75}		110		121

Baldwin et al., 1980

ACTIVIDAD METABOLICA Y MASA ORGANOS Y TEJIDOS

REQUERIMIENTO DE MANTENIMIENTO VARIA CON LA SEMANA DE LACTACION




Ellis et al., 2006



EFFECTO OFERTA DE FORRAJE DE CN Y GENOTIPO DE LAS MADRES

40 terneros CRUZA - MACHOS Y HEMBRAS

Oferta forraje	Genotipo de las vacas	
	Pura (HH, AA)	Cruza F1 (AH, HA)
Alta	AP	ACR
Baja	BP	BCR

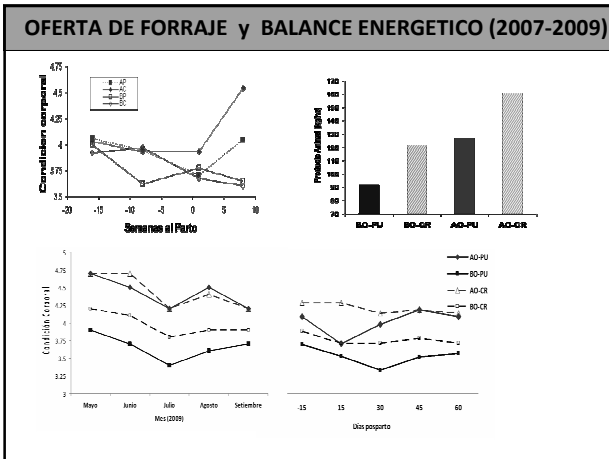


↓

Oferta de forraje a lo largo del año (kg MS/100 kg peso vivo/día)

Oferta	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Alta	12.5	7.5	10	10
Baja	7.5	7.5	5	5

Carriquiry, Espasandín, Socá. 2007-2010



OFERTA DE FORRAJE y BALANCE ENERGETICO (2009-2010)

Organo	ALTA		BAJA		SE
	PURAS	CRUZAS	PURAS	CRUZAS	
Masa visceral total					
kg	29.1 ^a	29.8 ^a	27.1 ^b	27.1 ^b	0.98
g/kg BW ^{0.75}	316 ^a	299 ^{ab}	310 ^a	289 ^b	9.7
Reticulo-rumen					
kg	9.7 ^{ab}	10.3 ^a	8.6 ^b	9.5 ^{ab}	3.9
g/kg BW ^{0.75}	104 ^a	105 ^a	99 ^b	102 ^{ab}	2.2
Omaso					
kg	7.75	6.95	7.19	6.67	0.55
g/kg BW ^{0.75}	84 ^x	73 ^y	82 ^x	70 ^y	7.0
Abomaso					
kg	3.93	4.34	4.33	3.67	0.25
g/kg BW ^{0.75}	43 ^{ab}	37 ^b	49 ^a	39 ^b	2.7
Intestino delgado					
kg	3.01 ^{ab}	3.32 ^a	2.57 ^b	2.73 ^{ab}	0.26
g/kg BW ^{0.75}	84	81	78	76	3.9
Intestino grueso					
kg	4.77	4.35	4.71	4.53	0.27
g/kg BW ^{0.75}	51	49	49	48	2.0

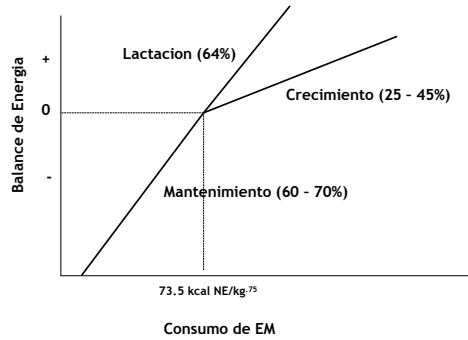
GENETICA Y MANTENIMIENTO

EL REQUERIMIENTO DE MANTENIMIENTO

- Depende de la
 - Actividad metabólica de los órganos / tejidos
 - Masa relativa de esos órganos / tejidos
 - Composición corporal

Determinan las diferencias de los requerimientos energéticos de mantenimiento en distintas: razas, edades, funciones fisiológicas, niveles de producción, niveles nutricionales

EFICIENCIA DE USO DE LA EM



IMPLICANCIAS DE LA EFICIENCIA DIFERENTE PARA LAS DISTINTAS FUNCIONES

- En la vaca lechera adulta, podemos expresar las necesidades de mantenimiento y lactación en un solo valor (ENL)
- Para ganado en crecimiento y engorde debemos separar los valores que expresan la necesidad de mantenimiento (ENm) y de ganancia (ENg)

PREGUNTAS?
COMENTARIOS?