

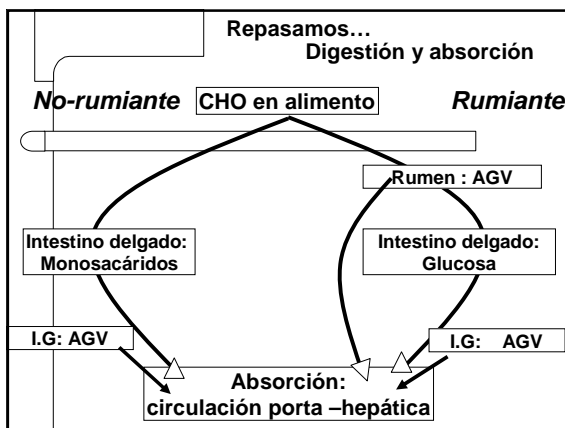
NUTRICIÓN ANIMAL

Metabolismo: Carbohidratos

2012

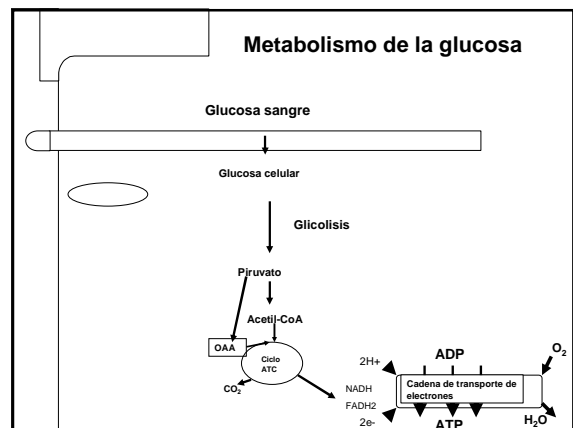
Montevideo - Uruguay Ing. Agr. María de Jesús Marichal

- Introducción... Metabolismo
- Repasamos.... Digestión, Absorción
- Metabolismo en monogástricos
 - Glucosa : Vías metabólicas
 - Destinos de la glucosa
- Metabolismo en rumiantes
 - destinos de los AGV absorbidos
 - particularidades: metabolismo de la glucosa
 - gluconeogénesis



Metabolismo en monogástricos

- Monosacáridos absorbidos**
- o Glucosa
 - o Fructosa
 - o Galactosa
- Glucosa: Cuantitativamente principal carbohidrato absorbido en monogástricos.**



Catabolismo de la glucosa.

Rendimiento energético de su oxidación

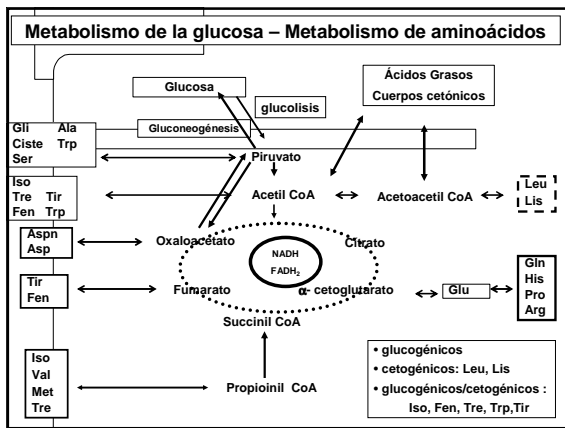
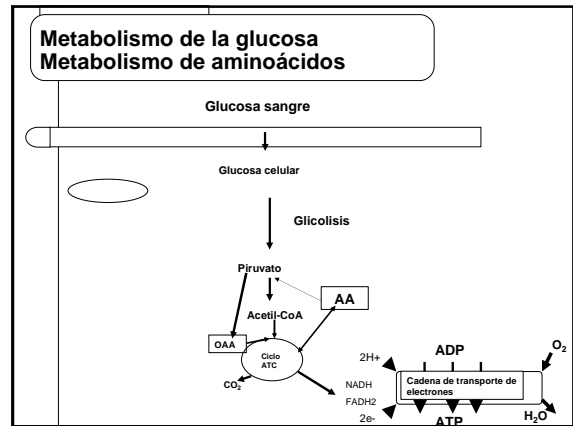
Glucolisis + TCA:

1 mol glucosa 6P → 38 ATP
 1 mol ATP → 8 Kcal
 1 mol glucosa → 304 Kcal

Calorimetría: 1 mol glucosa → 686 Kcal

Eficiencia: $\frac{304}{686} \cdot 100 = 44\%$

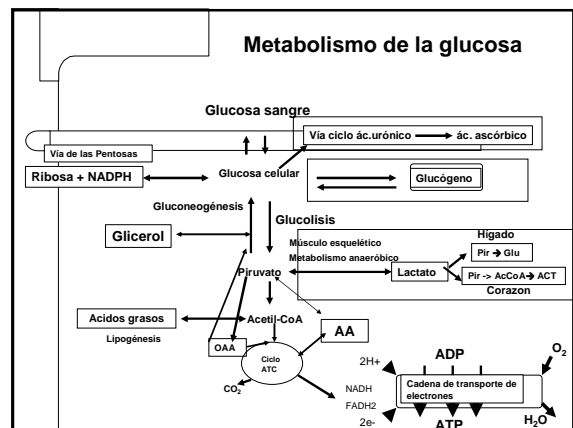
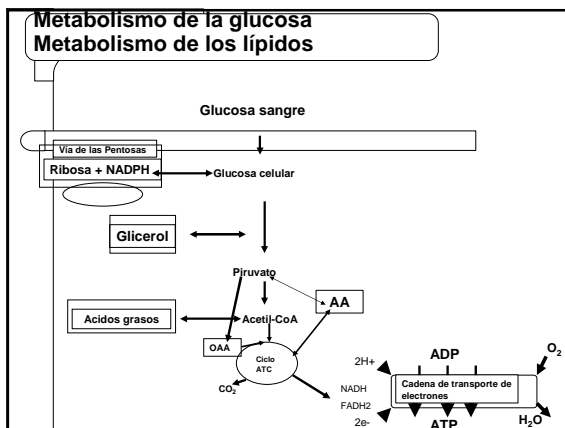
Efficiencia de captura de energía como ATP es ~ 44%, el resto de la energía es perdida como CALOR.



Metabolismo de la glucosa – Metabolismo de lípidos

Glucosa participa en la síntesis de lípidos suministrando

- Acetil CoA → ácidos grasos (“de novo” síntesis)
- NADPH₂ para la “de novo” síntesis
- Glicerol 3-P para la esterificación de los AG → triglicéridos

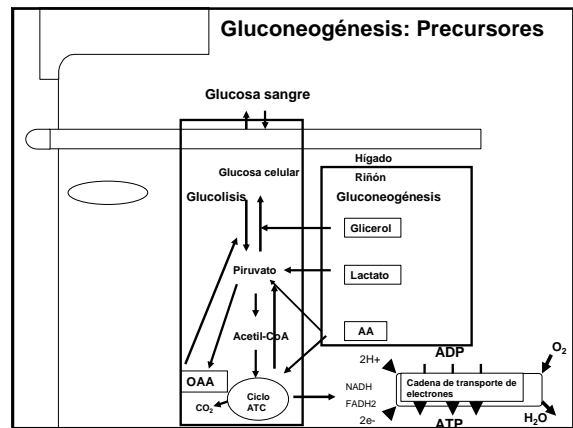


Resumiendo...	
1. Catabolismo.	
a) Oxidación completa (CO ₂ y H ₂ O)	
b) Conversión a lactato: Vía glicolisis	
c) Ciclo de las pentosas : pentosas + coenzimas reducidas (NADPH + H)	
2. Anabolismo	
a) Síntesis de Glucógeno	
b) Síntesis de Lípidos (Glicerol, AG)	
c) AA (Transaminación)	
d) Síntesis de Vitamina C	

Las vías metabólicas: ¿Ocurren todas en todas las células?						
	Higado	Musc Esq	Cerebro	Riñón	Adipocito	Glóbulos rojos
Metabolismo de glucógeno	+++	+++		+	+	
Glicolisis	+++	+++	+++	+++	+++	+++
CK	+++	+++	+++	+++		
Catabolismo de glicerol	+++					
Cpos Cetónicos						
Síntesis	+++					
Oxidación		+++	+++	++	+	
Síntesis de lactato	+	+++		+	+	+++
Gluconeogénesis	+++			++		
Ciclo de las pentosas	+++	+	+	+	++	+++
Producción de glicerol						+++
Síntesis de AG	+++ (Aves)			+	+++ (R, Y, C)	
Oxidación de AG	+++	+++		+++		

GLUCONEOGÉNESIS

- Se produce principalmente en el hígado, también en músculo esquelético y los riñones
- Monogástricos:
 - la tasa de generación de glucosa por esta vía metabólica varía inversamente a la tasa de absorción de glucosa



Glucolisis ↔ Gluconeogénesis

La síntesis y la degradación de glucosa ocurren en todo momento.

Las *tasas relativas* de síntesis y degradación cambian y están reguladas.

Glucosa → Energía

- **Estado: Animal alimentado**
 - Glucolisis → Proveer Energía ...
 - Almacenaje como glucógeno
 - Hígado
 - Músculo esquelético
 - Almacenaje como lípidos
 - Tejido adiposo
- **Estado: Animal ayunado**
 - Gluconeogénesis
 - Catabolizada para proveer energía

Tejidos : Requerimientos obligados de glucosa

- Sistema Nervioso: cerebro y células nerviosas
Su principal fuente de ATP proviene de la oxidación de la glucosa excepto durante ayunos extremos (oxidación de c.cetónicos)
- Glóbulos rojos
La producción de ATP proviene de la glucólisis, se oxida glucosa a lactato (no poseen mitocondrias) y lactato retorna al hígado para Gluconeogenesis
- Tracto reproductivo /glándula mamaria
Glucosa requerida por el feto y para la formación de lactosa

Resumiendo...

Tejido	Destino metabólico principal
Cerebro	CO ₂ +H ₂ O
Glóbulos rojos	Ác. Láctico
Testículos	CO ₂ + H ₂ O
TGI	CO ₂ + H ₂ O
Hígado	Glucógeno, Triacilgliceroles, CO ₂ +H ₂ O
Músc. esquelético	CO ₂ + H ₂ O, Ác. láctico, Glucógeno
Tejido Adiposo	Triacilgliceroles
Glándula mamaria	CO ₂ + H ₂ O, lactosa
Prod. Concepción	CO ₂ + H ₂ O

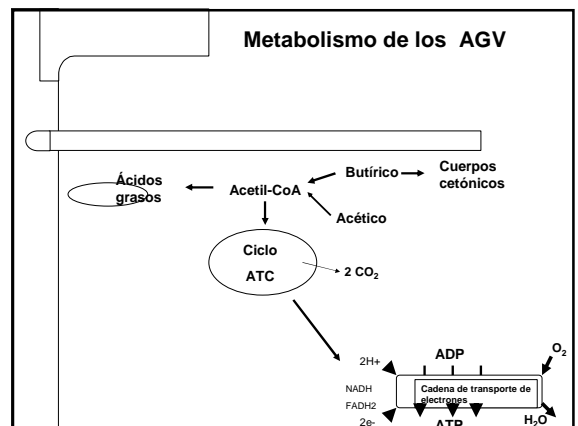
Metabolismo en ruminantes

AGV : ABSORCIÓN

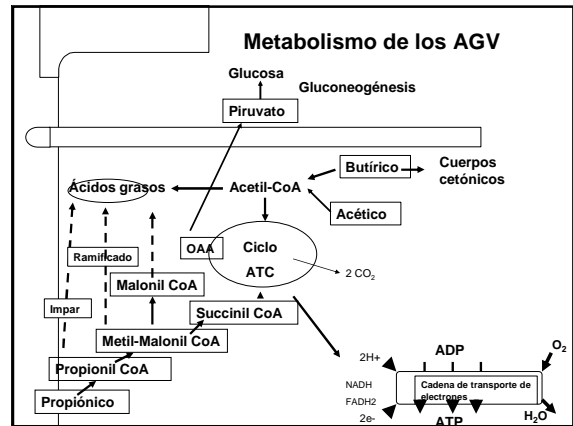
Líquido Ruminal	Pared Ruminal	Sangre Porta
C2 70	20 (30%)	50 (70%)
C3 20	10 (50%)	10 (50%)
C4 10	9 (90%)	1 (10% C ₄)

AGV : ABSORCIÓN

Rumen	Sangre Porta	Hígado	Sangre Periférica
C2 70	50		C2
C3 20	10	glucosa → CO ₂ +H ₂ O	glucosa C3
lactato			lactato
C4 10	9	β hidroxí C4	C4
	1		



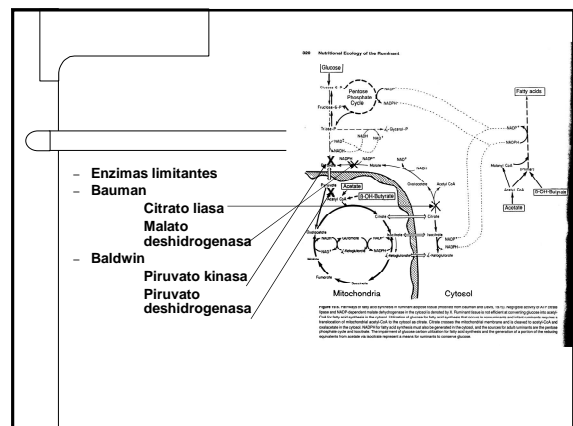
Metabolismo : C2	
Tejido	Destino metabólico principal
Músculo esquelético	CO ₂ + H ₂ O
TGI	CO ₂ + H ₂ O
Corazón	CO ₂ + H ₂ O
Riñones	CO ₂ + H ₂ O
Tejido adiposo	Ác. Grasos
Glándula mamaria	Ác. Grasos



Metabolismo : C3	
Tejido	Destino metabólico principal
TGI	CO ₂ + H ₂ O, Ac. Láctico
Hígado	Glucosa Aminoácidos
Tejido Adiposo	Ác. Grasos
Glándula mamaria	Ác. Grasos

- Particularidades de los Rumiantes: Requerimientos de glucosa**
1. Sistema nervioso
Fuente de energía y de carbono
 2. Síntesis de TAG
NADPH
Glicerol
 3. Tejidos viscerales
 4. Preñez
Requerimientos fetales de energía
 5. Lactación
Azúcar de la leche: lactosa
- Requerimientos : Rumiantes similares Monogástricos, PERO: Glucosa absorbida ----> menor** (hasta 25% de la G requerida puede provenir de absorción intestinal-Hungtinton 1997)

Particularidades de los Rumiantes: Metabolismo de la glucosa	
1. "Ahorro"	
- Hígado no adaptado para captar Glu (Baja actividad glucokinasa)	
- Síntesis de TAG: Glucosa: no es usada en la síntesis de Ac. Grasos ¿Porqué?	



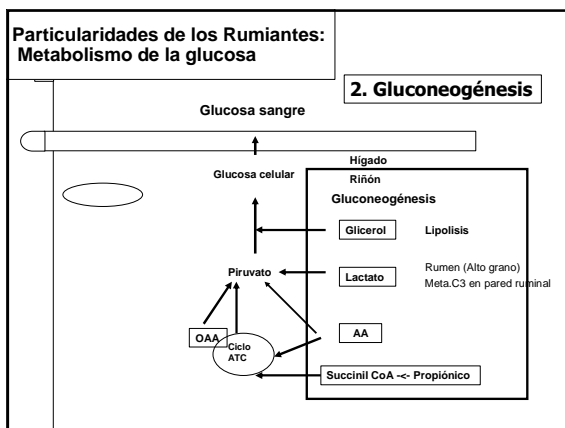
Particularidades de los Rumiantes: Metabolismo de la glucosa

1. "Ahorro"

- Baja actividad glucokinasa en el hígado, no adaptado para captar G)
- Síntesis de TAG:
- Glucosa: no es usada en la síntesis de Ac. Grasos
- Bajas concentraciones de G en los eritrocitos
- Baja concentración de G en sangre (45-65 mg/dl) y menor fluctuación diaria

Menor fluctuación debido a:

- Consumen en un régimen más continuo que los monogástricos
- Continua producción de AGV
- Continua gluconeogenesis



Particularidades de los Rumiantes: Metabolismo de la glucosa

2. Gluconeogénesis

Precursores

- **Propionato**
- **Lactato:** Rumen (granos de cereales elevados)
Metabolismo de C3 en pared ruminal
- **Aminoácidos:** alanina y glutamina (alimento y metabolismo) (= monogástricos)
- **Glicerol:** proveniente de la lipólisis que ocurre en el adipocito, es vertido a la sangre y captado por el hígado (= monogástricos)

Regulación de la gluconeogénesis

La intensidad de la gluconeogénesis depende del **nivel de alimentación**.

En el rumiante la enzimas GN están siempre muy activas en el animal alimentado.

Reflejo de los hábitos alimenticios, no tienen que hacer frente a elevaciones bruscas de glucosa

Regulación hormonal:

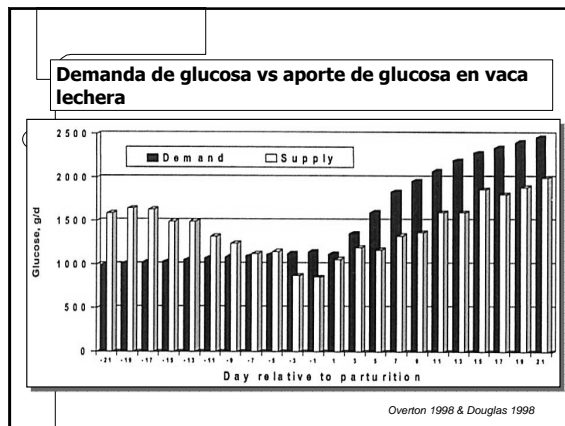
Estimulan GN: glucagón, GH, glucocorticoides, catecolaminas

Insulina: frena la GN hepática,

GN propionato dependiente: no afectada por la insulina, privilegiándose así la utilización de este sustrato cuando la insulinemia es alta (postprandial).

¿Qué ocurre en los períodos de déficit energético ?

Ejemplo típico: período de transición – periparto- en la vaca lechera. Altos requerimientos del feto y altos requerimientos para producción de calostro



- Inicio de lactación**
- Poco precursores de glucosa
 - Aumenta oxidación de AG
 - Falta de intermediarios de TCA
 - Se acumula acetil-CoA
 - Aumenta producción y exportación de cpos cetónicos
 - Aumentando en la dietas granos de cereales C3 suministra intermediarios de TCA ... favorece oxidación de acetil CoA

Principal adaptación de los rumiantes ante la demanda repentina de incrementos en las necesidades de glucosa:

Hipótesis
Incremento en el uso de aminoácidos para síntesis de G en el hígado

Además de la movilización de tejido adiposo en la lactación temprana, vacas lecheras movilizarían proteína por degradación del músculo esquelético

Implicancias prácticas: necesidades de proteína en la dieta en el período de transición.

¡¡¡FIN!!!

¿Preguntas?

¿Comentarios?