

Carbohidratos: Digestión y Absorción

Tema 7

Arreglo cristallino de las moleculas

Microfibrillas de celulosa

Moleculas individuales de celulosa

Moleculas de celulosa

polisacaridos (distintos a celulosa)

María de Jesús Marichal
2012

REPASAMOS

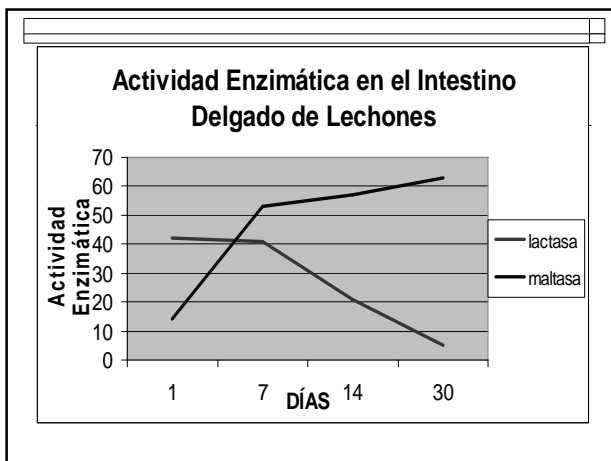
¿Carbohidratos ingeridos?

Monogástricos

DIGESTIÓN

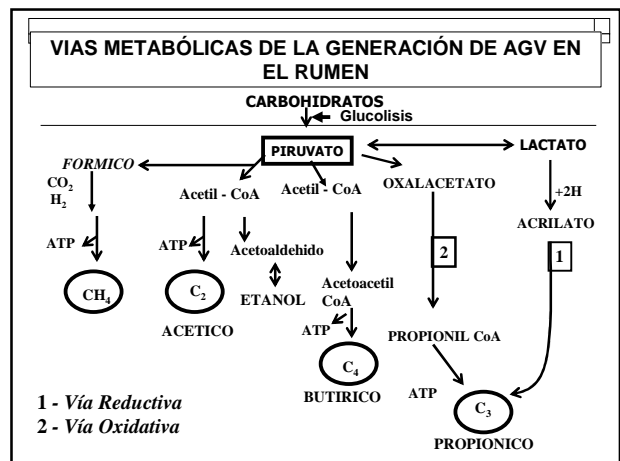
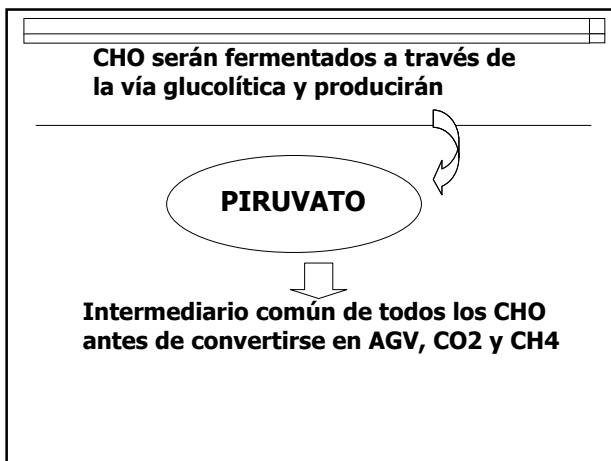
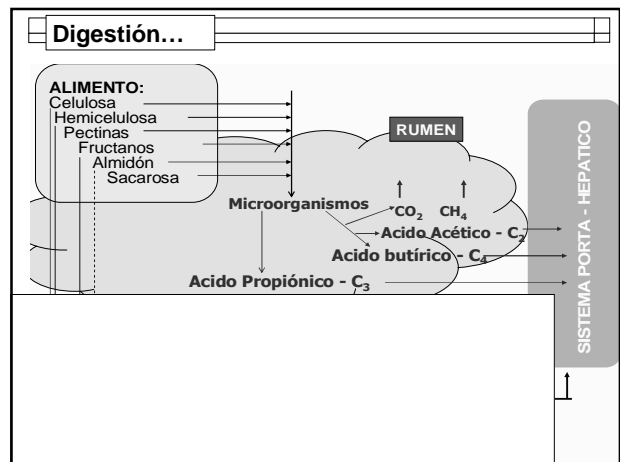
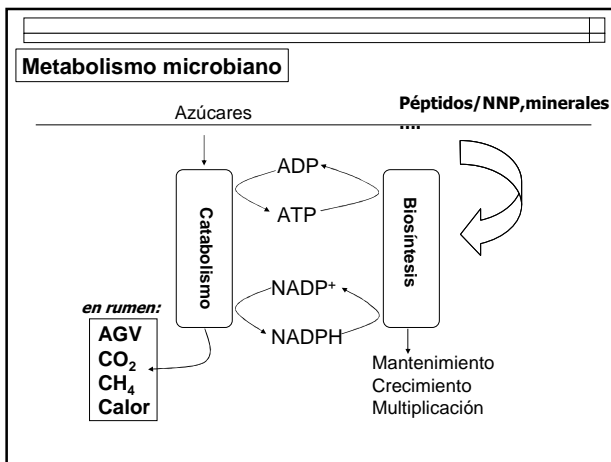
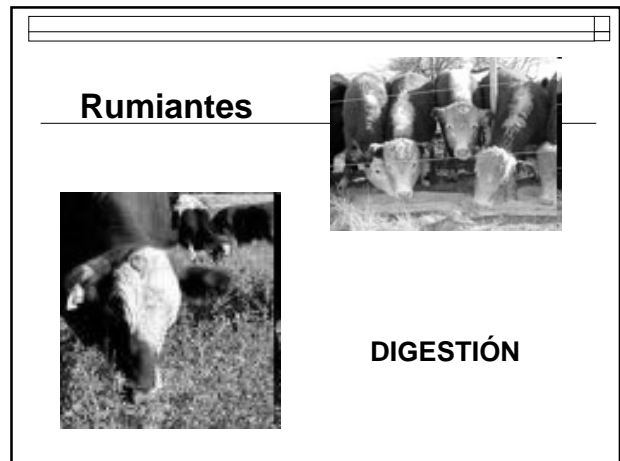
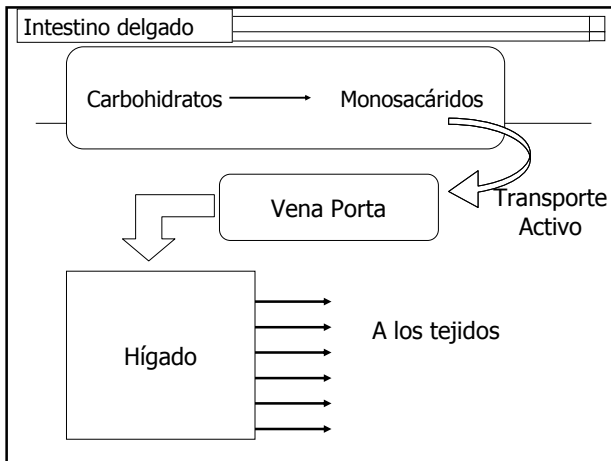
Monogástricos: Digestión

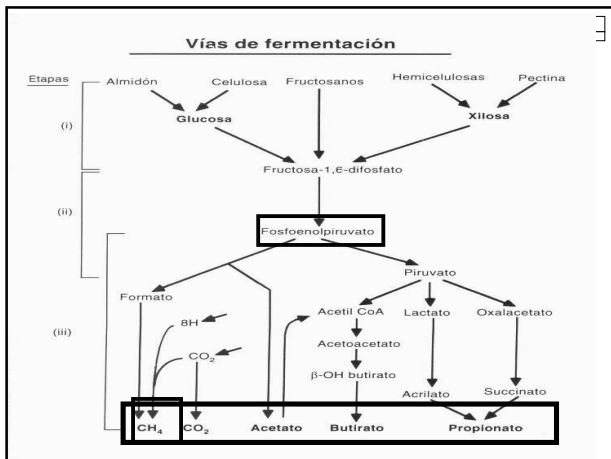
Localización	Enzimas
Boca	Aмила de la Saliva Almidón → Maltosa Sacarosa Lactosa
Estómago	(amilasa de la saliva)
Intestino Delgado	Aмила Pancreática Dextrinas → Maltosa
	Enzimas del borde en cepillo Glucosa + Fructosa Galactosa + Glucosa
Intestino grueso	Ninguna Microorganismos: Fermentación



Monogástricos: Absorción

- Se absorben solo monosacáridos
- Excepción : recién nacidos (primeras 24 h)
- Absorción: duodeno y yeyuno
- Transporte Activo : glucosa y galactosa
 - Transportador Sodio-glucosa 1 (SGLT1)
 - Bomba Na/K ATPasa
 - Insulina afecta tasa de absorción
- Transporte Facilitado: fructosa
- Define requerimientos de:
 - Energía
 - Proteínas





PRODUCTOS FINALES		
AGV : ACETICO, PROPIONICO , BUTIRICO		
(C2)	(C3)	(C4)
isobutírico, isovalérico		
Gases : CO ₂ , CH ₄		
CALOR		

Importancia de la fermentación ruminal

---> AGV (> 70% de la energía requerida)

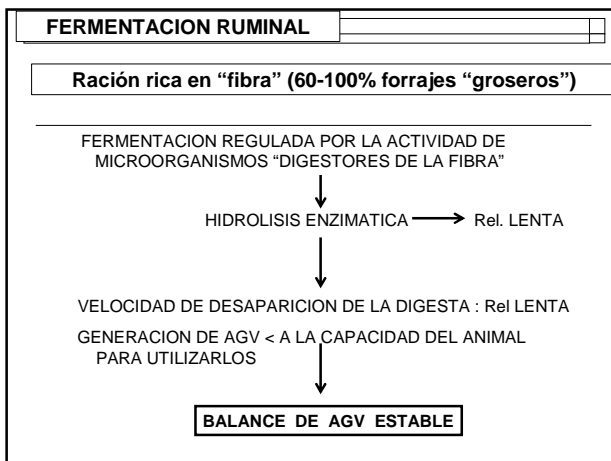
---> AA para el rumiante (50 a 100% de los AA requeridos).

Fermentación ruminal Variable

Alimentos ingeridos

Población microbiana

Cantidad y Balance de AGV



Ambiente Ruminal: pH

- Períodos prolongados de rumia (45-70min/kg de MS)
- Producción de saliva abundante (aprox.12-14 lt/kg MS)
- pH ruminal : 6.2 - 6.8 (puede ser <), favorable para digestión de la celulosa
- Producción de Ác.acético elevada y ¿CH₄?

Concentración y velocidad de absorción de AGV relativamente baja

Población microbiana: Animales consumiendo forrajes

- Bacetrias celulolíticas (digestoras de "fibra")
 - Producen celulasas : ruptura enlaces $\beta 1 \rightarrow 4$
 - "Prefieren" pH 6-7
 - Utilizan N- NH_3
 - Requieren S : AAS (cisteína y metionina)
 - Producen: acetato, propionato, poco butirato, CO_2 , CH_4

FERMENTACION RUMINAL

Ración rica en almidones (> 60% granos de cereales)

↓

PROLIFERACION DE m.o. AMIOLITICOS QUE TIENEN:

ALTA ESPECIFICIDAD DE SUSTRATO
ALTA VELOCIDAD DE MULTIPLICACION

↓

ALTA VELOCIDAD DE FERMENTACION

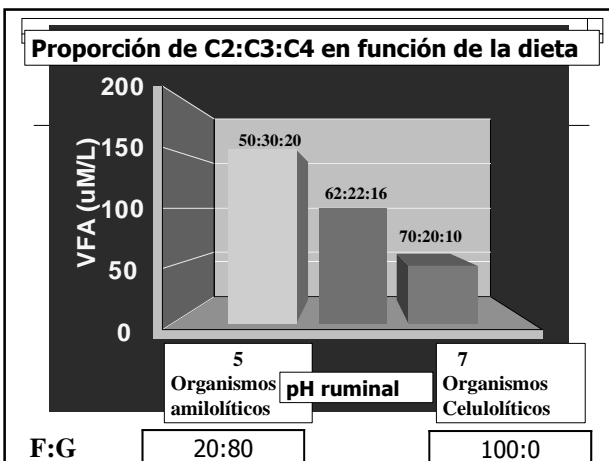
Ambiente ruminal: pH

- Períodos cortos de rumia (35 - 45 min / kg de MS)
- Producción de saliva baja (aprox. 10-12 lt/ kg MS)
- pH ruminal 5.4 - 6.0
- pH favorable a la digestión del almidón
- Producción de Ác. propiónico elevada

Concentración y velocidad de absorción de AGV relativamente alta

Población microbiana: Animales consumiendo altos niveles de granos de cereales

- Bacetrias digestoras de almidón y azúcares solubles
 - "Prefieren" pH 5-6
 - Utilizan N- NH_3 o péptidos
 - Producen propionato, butirato y a veces lactato
 - Cambio brusco forraje a a raciones con mucho grano: acidosis láctica (disminución rápida de pH)



La cantidad y balance de AGV producidos en el rumen dependerá de:

- Cantidad y balances de nutrientes consumidos: MO Fermentable, PC degradable, Minerales...
- Tipo de CHO fermentados -> tipo de alimento/s ingerido/s -> forraje/concentrado
- Ambiente ruminal durante la fermentación (tipo de alimento + secuencia de alimentación + procesamiento + nivel de ingestión +)

Componente principal del alimento y características ruminales				
<i>Componente principal En la ración ingerida</i>	Celulosa Hemicel.	Pectina	Almidón	Sacarosa
<i>Alimento tipo</i>	Pastura "sazonada"	Pulpa citrus	Granos cereales	Melaza
En el Rumen:				
Concentración Bacteriana	Baja	Alta	Alta	Baja
Velocidad de Fermentación	Lenta	Media. rápida	Rápida	Muy rápida
pH	6.2-6.8 Alto	6.2-6.7 Alto	5.2-6.0 Bajo	4.8-5.4 Muy Bajo
Concentración relativa de AGV (ácido láctico)	Alto C ₂ Bajo C ₃	Alto C ₂ y/o C ₄ Bajo C ₃ (alto)	Alto C ₃ Bajo C ₂	Alto C ₄ Bajo C ₃

Relación forraje: concentrado y ambiente ruminal (1)				
Forraje	100	80	60	40
Concentrado	0	20	40	60
Ambiente ruminal				
pH, promedio	6.85 a	6.44 b	6.39 bc	6.21 c
pH + bajo	6.57	5.80	5.65	5.55
pH < 6, horas	0	2	4	10
N-NH ₃ , mg/100ml	9.9 b	14.9 a	14.4 a	15.5 a

a,b,c : valores con literales distintos, difieren (P < 0.05)
Ulla-Brit et al., 1989

Relación forraje: concentrado y ambiente ruminal (2)				
Forraje	100	80	60	40
Concentrado	0	20	40	60
Degradación de la materia orgánica, 48 hs, %				
Ensilaje de gramíneas	75 a	72 ab	72 ab	68 c
Heno de gramíneas	78 a	75ab	75 ab	74 b
Paja de cebada sin tratar	56 a	56 a	54 ab	51 b

a,b, c : valores con literales distintos, difieren (P < 0.05)
Ulla-Brit et al., 1989

Relación forraje: concentrado y ambiente ruminal (3)				
Forraje	100	80	60	40
Concentrado	0	20	40	60
AGV				
Totales, mmol/l	82 c	118 a	106 b	109 b
Proporciones molares				
C ₂	72 a	66 b	67 b	67 b
C ₃	17 c	18 b	18 b	19 a
C ₄	7 b	13 a	11 a	11 a
C ₂ : C ₃	4.2	3.7	3.7	3.5

a,b,c : valores con literales distintos, difieren (P < 0.05)
Ulla-Brit et al., 1989

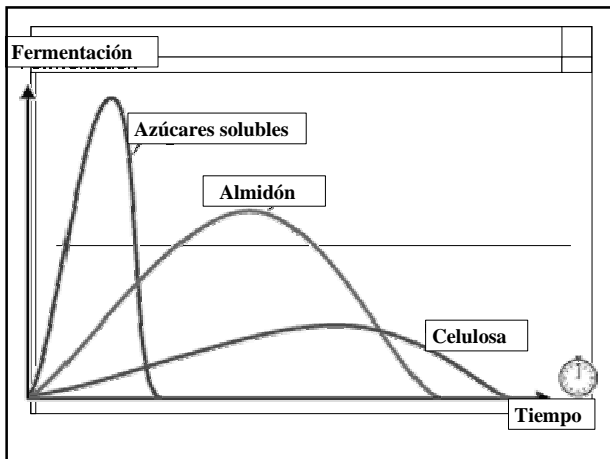
Importancia de la fermentación ruminal

---> AGV (> 70% de la energía requerida)

---> AA para el rumiante (50 a 100% de los AA requeridos).

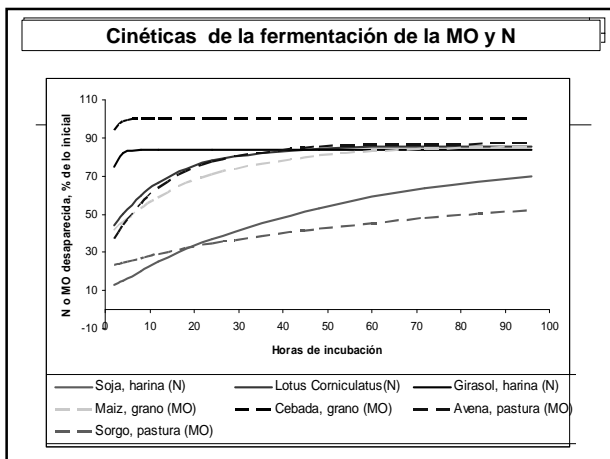
Alimentos, CHOs y síntesis de proteína microbiana	
Tipo de dieta	Eficiencia de síntesis de proteína microbiana (g de PCM /kg MOF)
Forrajes	13
Forrajes+ Granos de cereales	17.6
Alto grano de cereales	13.2

PCM: proteína cruda microbiana; MOF: materia orgánica fermentable



¿Qué incide en la síntesis de proteína microbiana?

- Consumo... cantidad de sustrato
- Carbohidratos.... Tipos y tasas de degradación... ambiente ruminal
- Balance de nutrientes...
- Sincronía....



Sincronización N:Energía en rumen

- No hay respuestas consistentes
- ¿Porqué?
- Duración de los períodos de evaluación ?
- Falta de información sobre cinéticas de degradación?
- Otras situaciones enmascaran los resultados?
P.ej. pH del rumen

Absorción AGV ¿Dónde?

- 75% retículo-rumen

Papilas:

Tamaño y largo responden a la concentración de AGV en el rumen.

La respuesta en tamaño a cambios alimenticios requieren tiempo de adaptación.

- 20% omaso y abomaso
- 5% intestino delgado

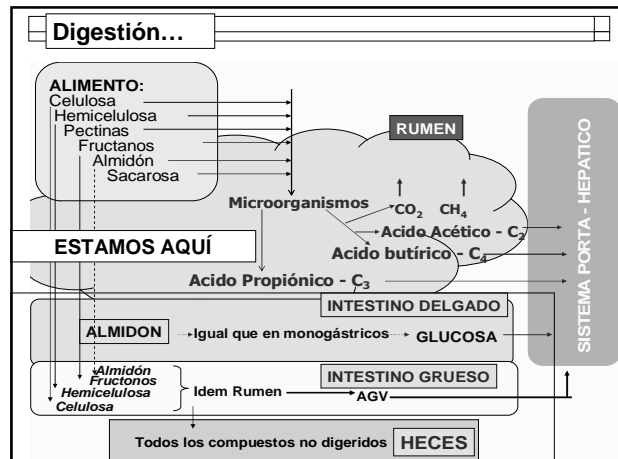
EL RUMEN NECESITA TIEMPO DE ADAPTACIÓN A CAMBIOS EN LA ALIMENTACIÓN

Mecanismo: difusión pasiva

Formas disociadas o no disociadas

Influída por :

- **Concentración de AGV en fluido ruminal**
- **pH del líquido ruminal**



Monogástricos: Resumen

- Polisacáridos ----- monosacáridos
- Monosacáridos: absorbidos por transporte activo o difusión facilitada
- Requerimiento de energía: transporte de Glucosa
 - Insulina influye tasa de transporte

Rumiantes : Resumen

- Fermentación pregástrica
- Fermentación muy eficiente considerando los alimentos ingeridos
- Mayoría de carbohidratos fermentados antes de ser expuestos a las enzimas estomacales e intestinales
- Algo de almidón puede escapar la fermentación ruminal
- No amilasa salivar pero sí amilasa pancreática

Finalmente.... Destinos metabólicos de los compuestos absorbidos

Energía para el metabolismo celular

Reserva de energía :

glucógeno, triacilgliceroles

Sustancias de complejidad diversa

aa, ác. ascórbico...