



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS DE SINOP



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO/ CAMPUS DE SINOP
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

Nutrição Animal: Lipídeos

Douglas dos Santos Pina



Grande grupo de substâncias heterogêneas caracterizadas pela baixa solubilidade em água e outros solvente polares e alta solubilidade em solventes apolares (éter, hexano, clorofórmio, acetona).

Lipídeos

Triglicerídeos

Fosfolipídeos

Ácidos graxos não esterificados

Sais de A.G de cadeia longa

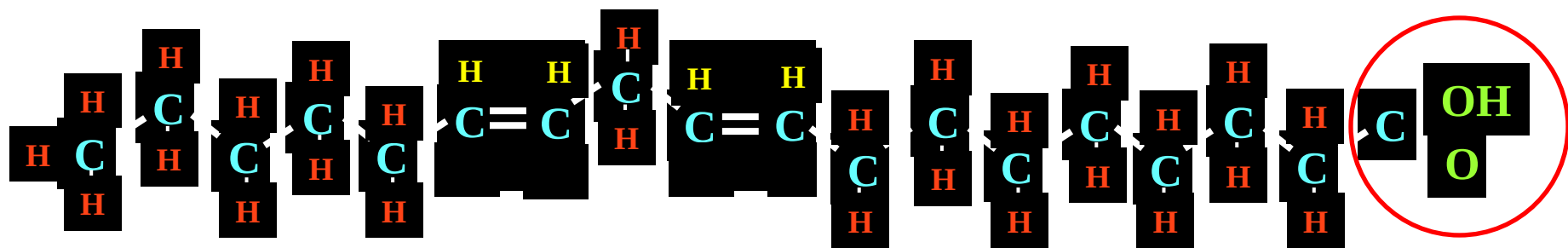
Formas mais utilizadas : sementes oleaginosas, sebo, misturas de gordura animal e vegetal, gorduras protegidas (cátions).



Características dos lipídeos

Quanto maior a porção hidrofóbica da molécula (C e H), menor a solubilidade, sendo que acima de 8 carbonos o ácido graxo é totalmente insolúvel em H_2O ;

Porção hidrofílica, a qual em pH intracelular 7, dissocia-se formando um ânion;



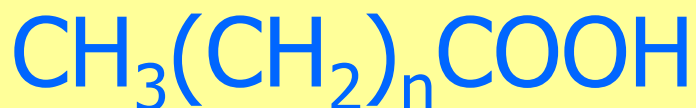


Importância nutricional dos Lipídeos

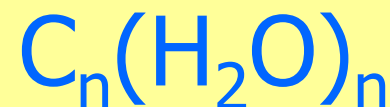
- Composto bioquímico **mais calórico** para os animais:

Contêm C, H e O, com mais C e H em proporção ao O do que os carboidratos

- **Lipídio**



Carboidrato

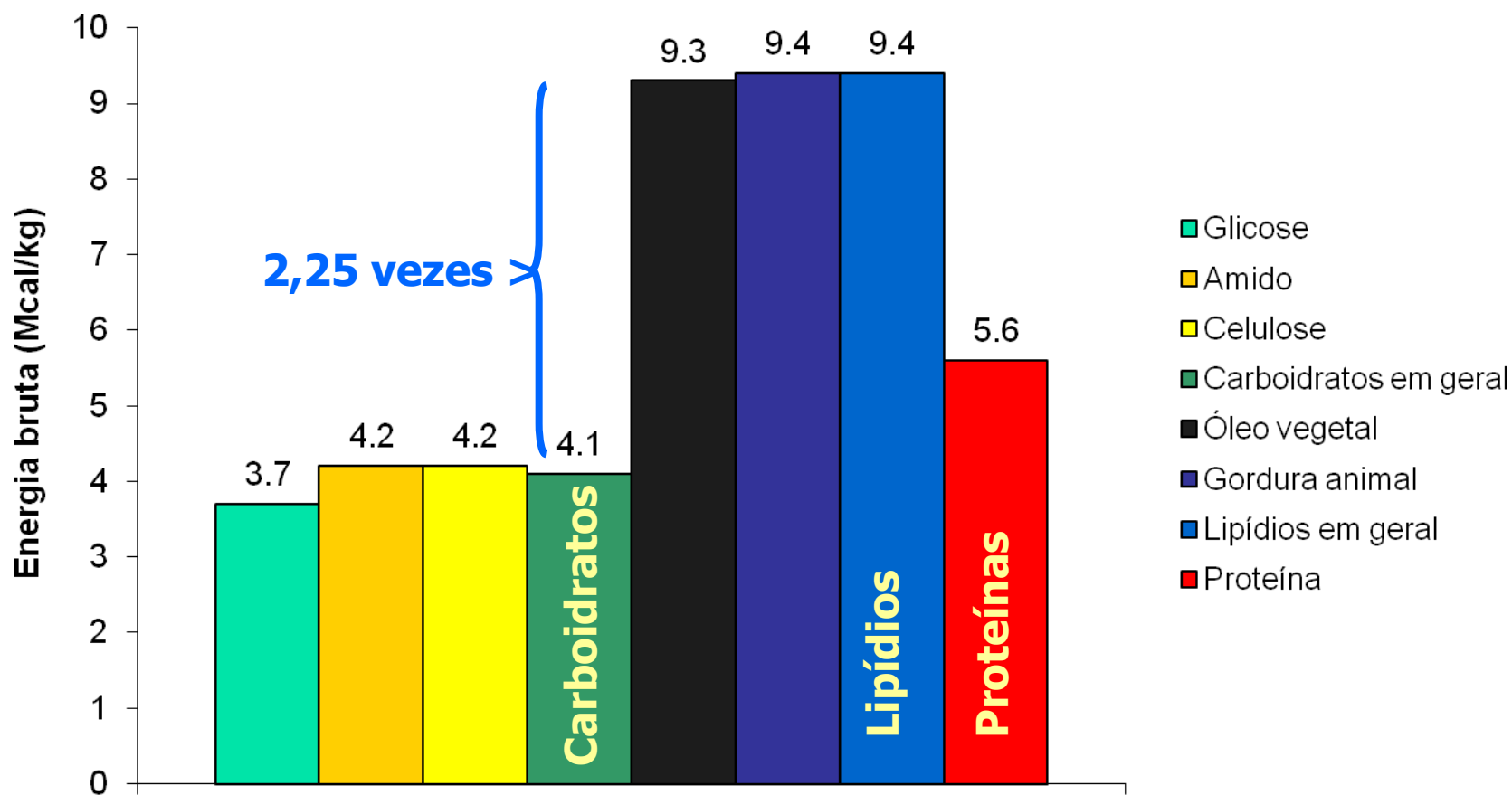


- Lipídios (9,45 kcal/g), CHO (4,15) e PTN (5,65)

$$\text{NDT} = \text{PBd} + \mathbf{2,25 * EEd} + \text{CHOTd} (\text{FDNd} + \text{CNFd})$$

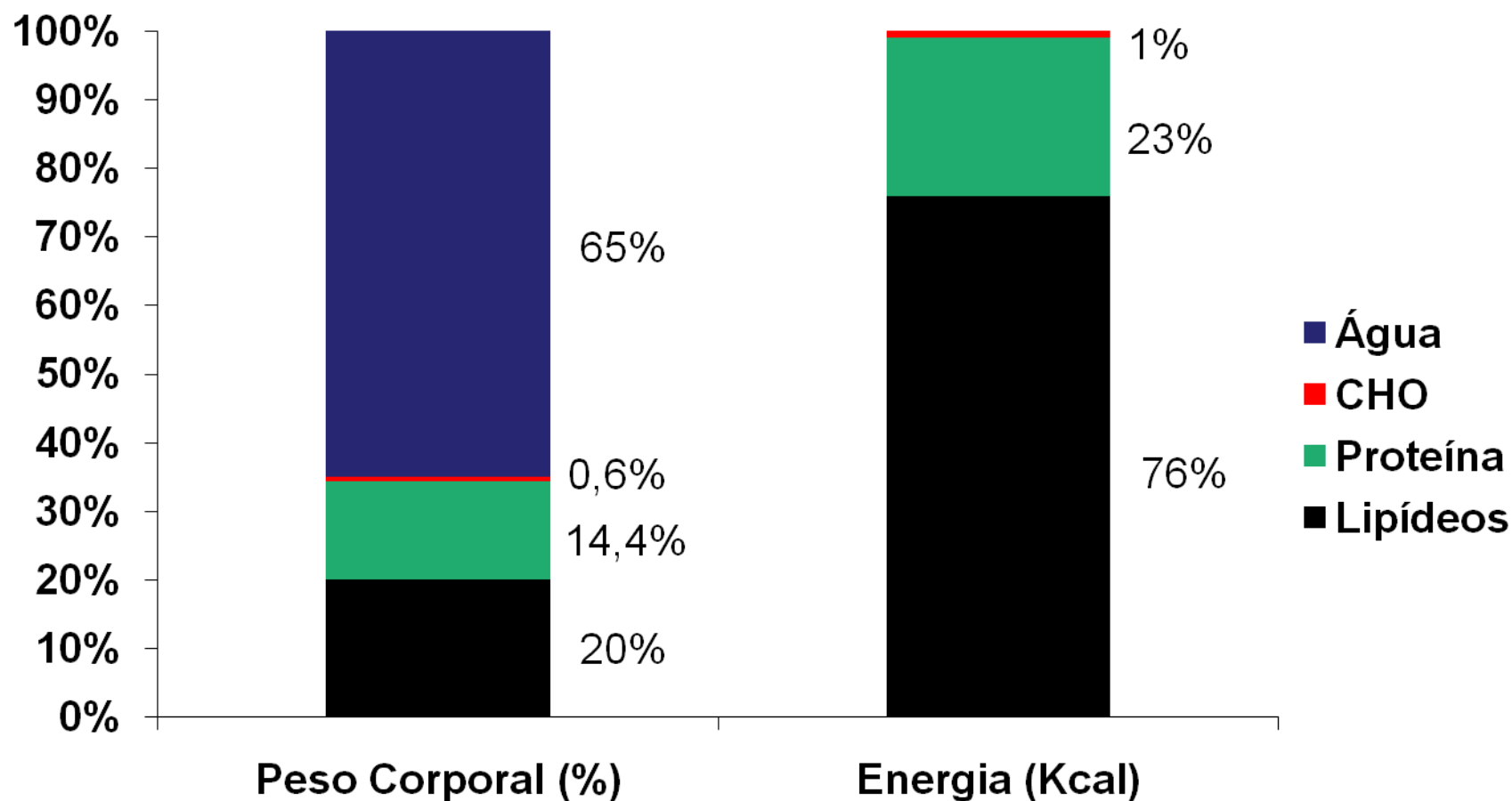


Valor energético dos Lipídeos





Composição corporal e reserva (kcal)





Valor energético dos Lipídeos

ENERGIA BRUTA

Fezes (20-60% da EB)

**ENERGIA
DIGESTÍVEL**

Gases e Urina (0% da ED)

**ENERGIA
METABOLIZÁVEL**

IC (20% da EM)

ENERGIA LÍQUIDA DE LACTAÇÃO



Importância nutricional dos lipídeos

- Melhora a capacidade de absorção das vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K);
- Fornecem AG essenciais importantes para as membranas de tecidos;
- Atuam como precursores para síntese de reguladores do metabolismo;
- Interferem na palatabilidade da dieta.



Importância nutricional dos Lipídeos

- **Valor energético baixíssimo para microrganismos ruminais:**

AG poliinsaturados são “tóxicos”

. Bactérias gram (+): metanogênicas e protozoários

<<MECANISMO DE DEFESA: BIOHIDROGENAÇÃO>>



Ácidos Graxos Saturados

Ácido graxo	Carbono:Dupla ligação	Ponto de Fusão
Butírico	4:0	-5,3
Capróico	6:0	-3,2
Caprílico	8:0	16,5
Cáprico	10:0	31,6
Láurico	12:0	44,8
Mirístico	14:0	54,4
Palmítico	16:0	62,9
Esteárico	18:0	70,1
Araquídico	20:0	76,1
Beênico	22:0	80,0
Lignocérico	24:0	84,2
Cerótico	26:0	87,7



Ácidos Graxos Insaturados

Ácido graxo	Carbono:Dupla ligação	Dupla ligação	Ponto de Fusão
Lauroléico	12:1	<i>Cis</i> -9	-4,0
Miristoléico	14:1	<i>Cis</i> -9	-4,0
Palmitoléico	16:1	<i>Cis</i> -9	0,0
Oléico	18:1	<i>Cis</i> -9	16,3
Linoléico	18:2	<i>Cis</i> -9,12	-5,0
Linolênico	18:3	<i>Cis</i> -9,12,15	-11,0
Gadoléico	20:9	<i>Cis</i> -9	25,0
Araquidônico	20:4	<i>Cis</i> -5,8,11,14	-49,5
Eicosapentaenóico	20:5	<i>Cis</i> -5,8,11,14,17	-
Erúcico	22:1	<i>Cis</i> -13	33,5
Docosahexaenóico	22:6	<i>Cis</i> -4,7,10,13,16,19	-
Nervônico	24:1	<i>Cis</i> -15	41,0



AG comum em Di- and Triglicerídes

Ácido graxo	Carbono:Dupla ligação	Dupla ligação
Mirístico	14:0	
Palmítico	16:0	
Palmitoléico	16:1	<i>Cis</i> -9
Estearico	18:0	
Oléico	18:1	<i>Cis</i> -9
Linoléico	18:2	<i>Cis</i> -9,12
Linolênico	18:3	<i>Cis</i> -9,12,15
Araquidônico	20:4	<i>Cis</i> -5,8,11,14
Eicosapentaenóico	20:5	<i>Cis</i> -5,8,11,14,17
Docosahexaenóico	22:6	<i>Cis</i> -4,7,10,13,16,19



Óleos e gorduras vegetais

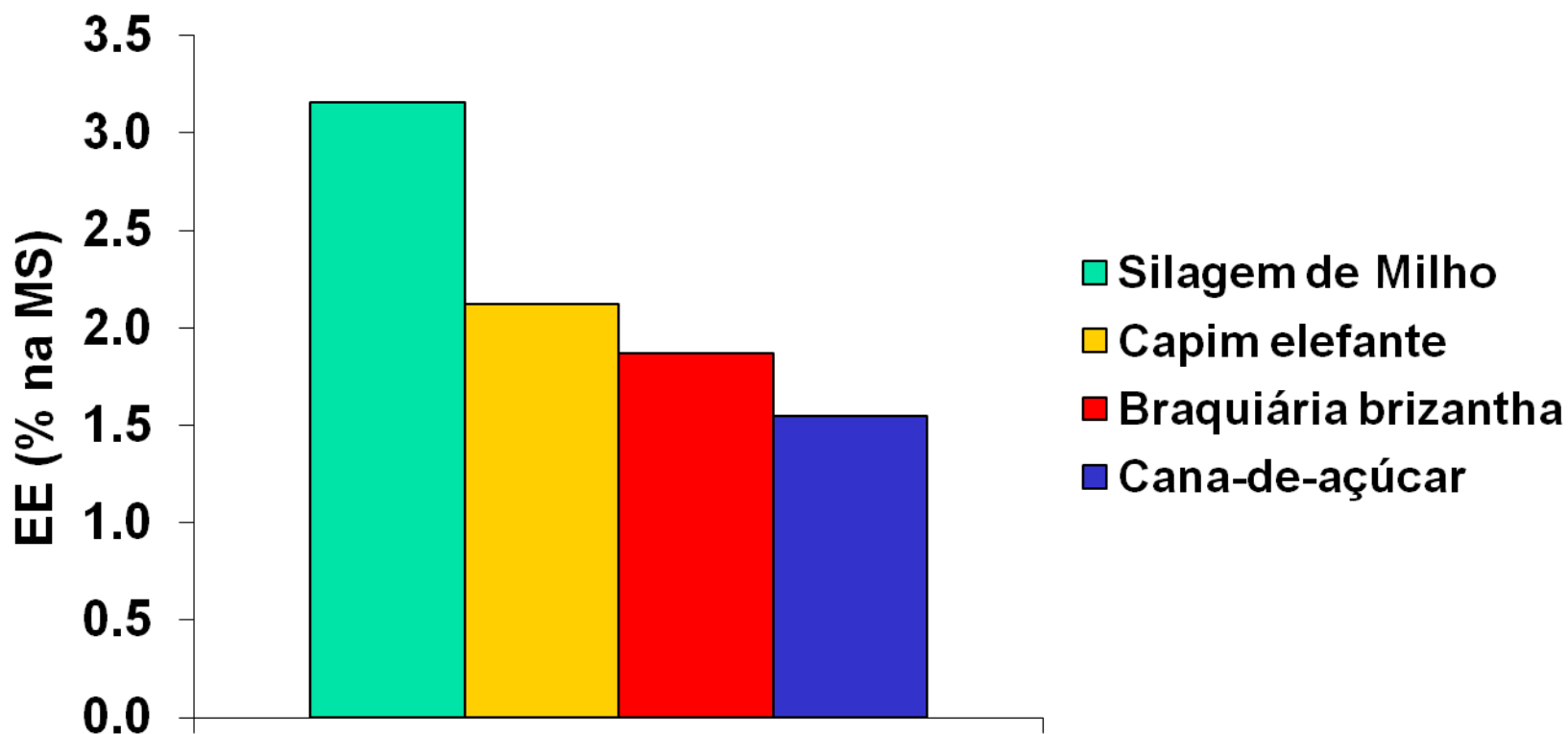
Ácido graxo	Dupla ligação	Fonte
Láurico	-	Côco, babaçu e palma (caroço)
Palmítico		Palma (polpa)
Esteárico		
Oléico	<i>Cis</i> -9	Oliva, amendoim, canola e arroz
Linoléico	<i>Cis</i> -9,12	Soja, algodão, milho, gergelin, girassol
Erúcico	<i>Cis</i> -9,12,15	Colza

Adaptado de Gioielli, Revista Brasileira de Farmacognosia.



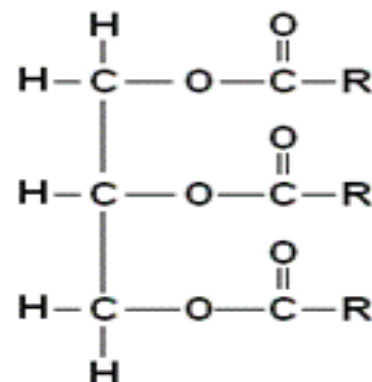
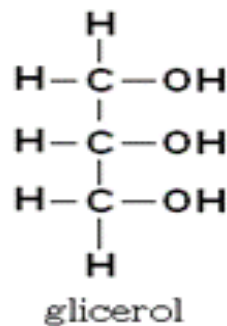
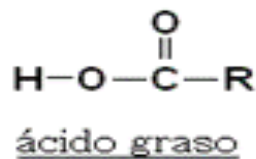
Forragens como fontes de lipídeos

- Conteúdo de lipídeos baixo: 1 a 4% na MS;
- Alta proporção de ácido linolênico (18:3);
- Diglicerídeos (galactolipídeos) nas folhas;

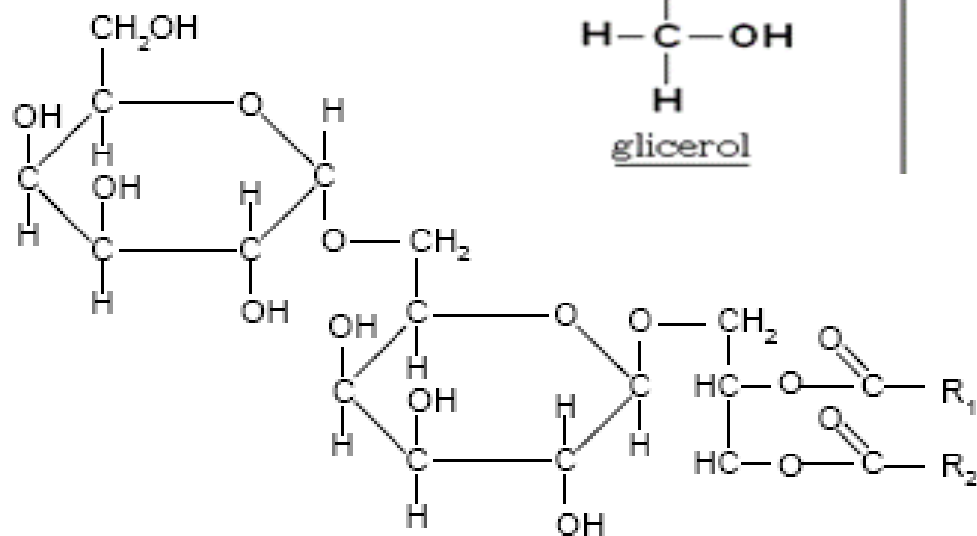




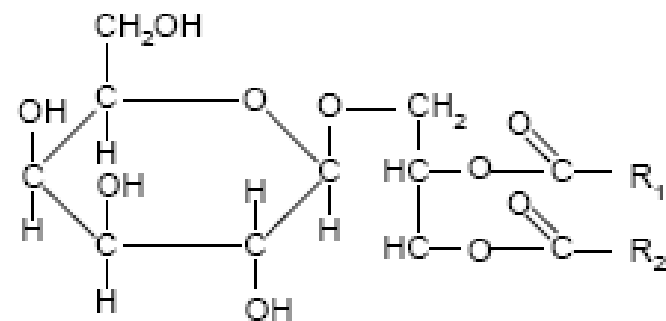
Galactolipídios presentes forragens



triglicérido



Di.galactosil.di.acil.glicerol

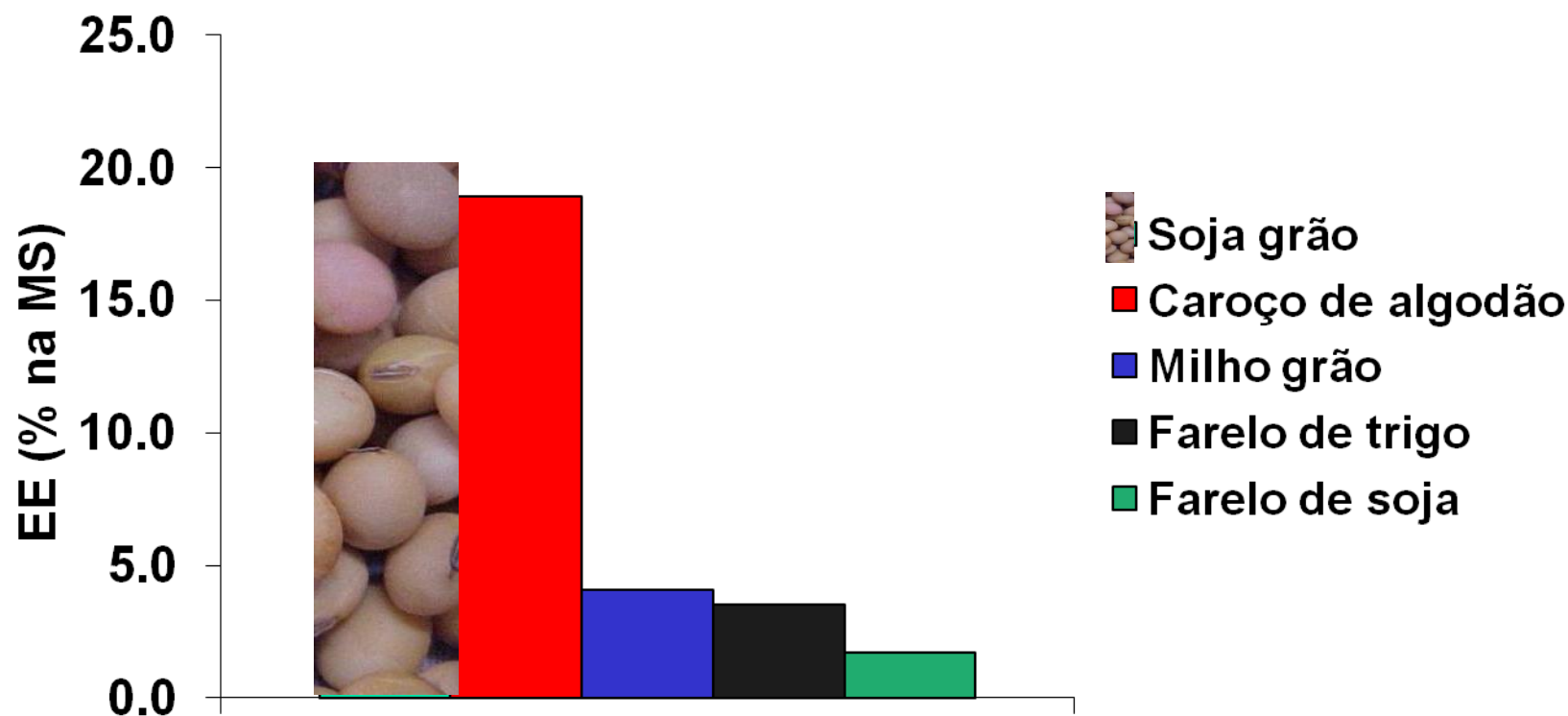


Mono.galactosil.di.acil.glicerol



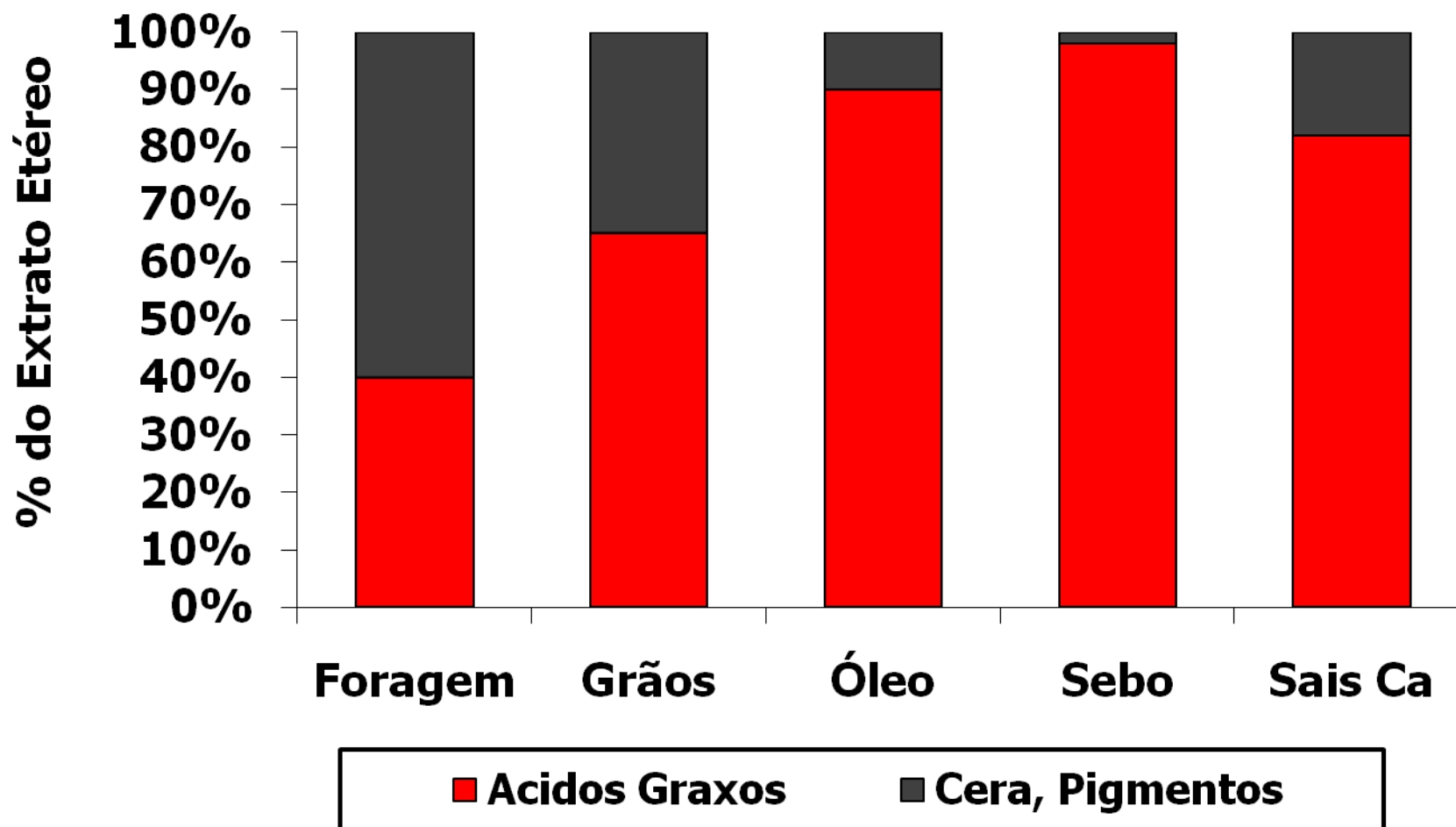
Sementes como fontes de lipídeos

- Conteúdo de lipídio variável: 4 to 20% na MS;
- Alta proporção de ácido linoléico (18:2);
- Triglicérides em sementes oleaginosas.



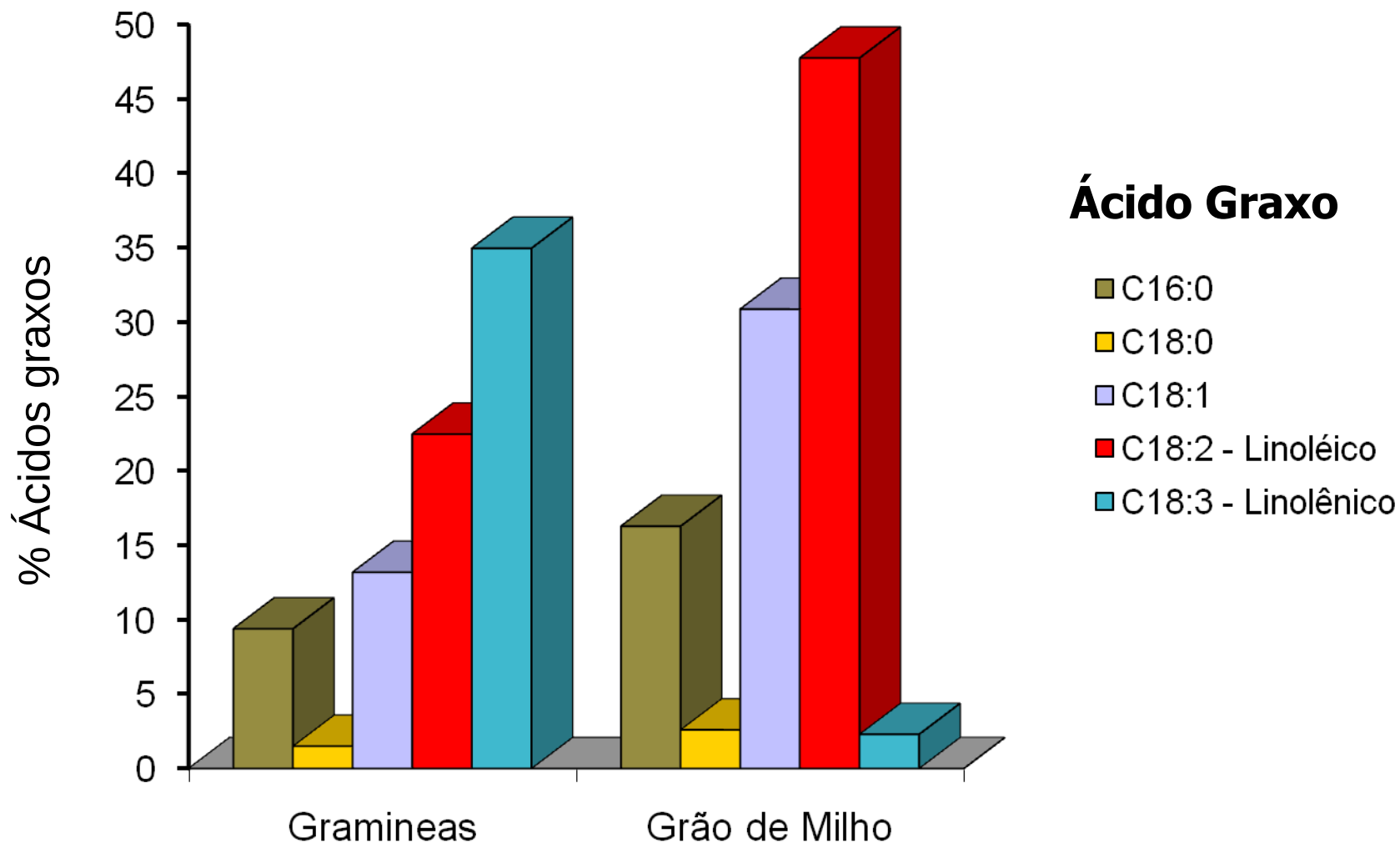


Proporção de A. Graxos na fração Extrato Etéreo





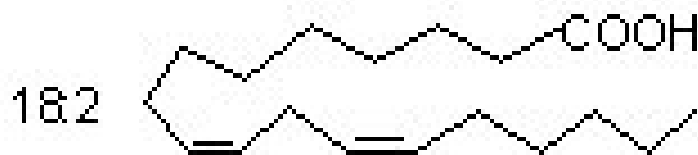
Ácidos Graxos em Gramíneas e Milho



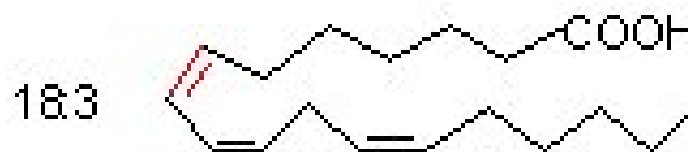


Ácidos Graxos Essenciais

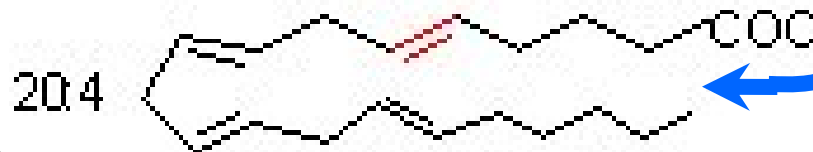
Ácido linoléico



Ácido linolênico

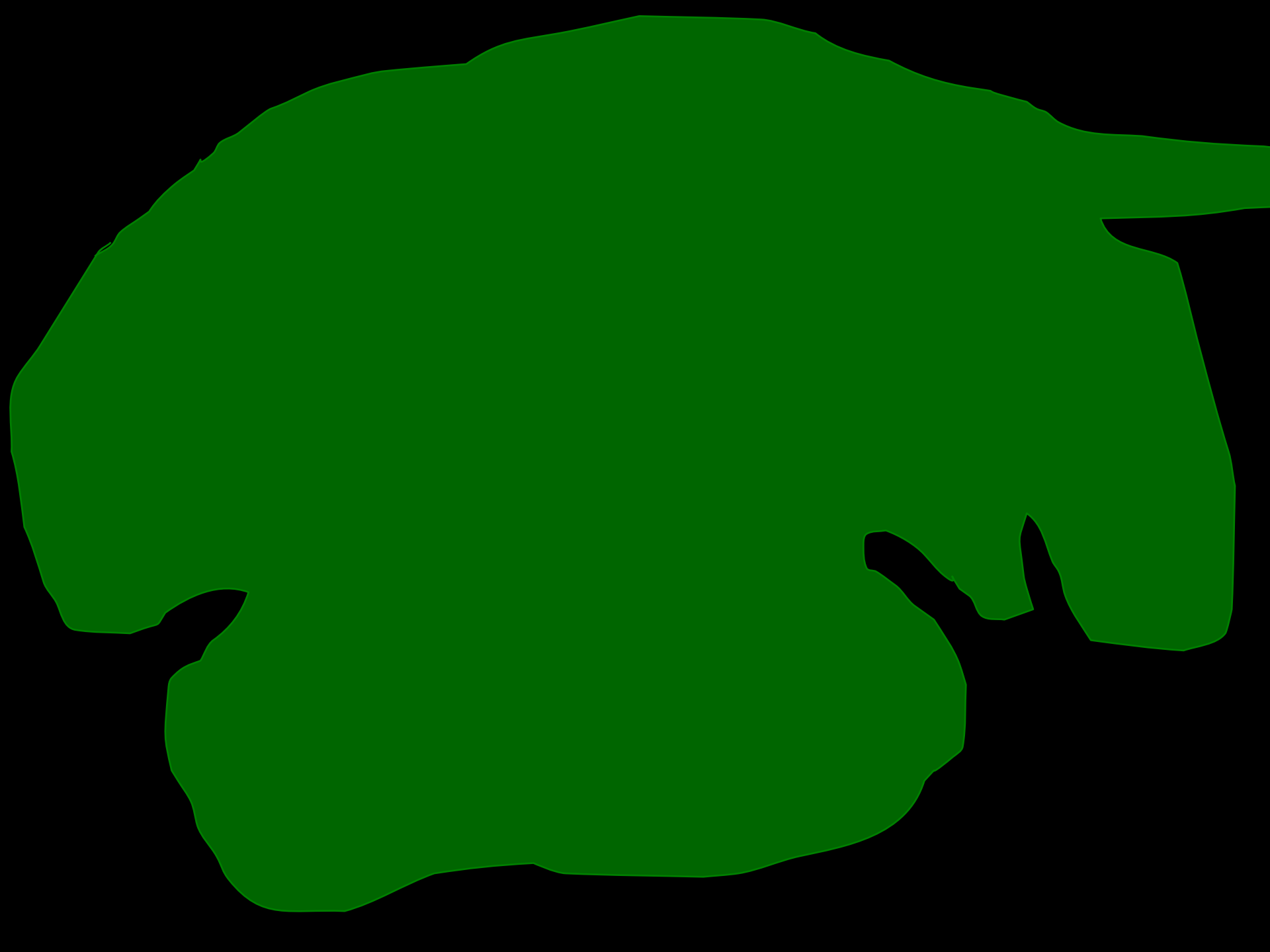


Ácido aracdônico



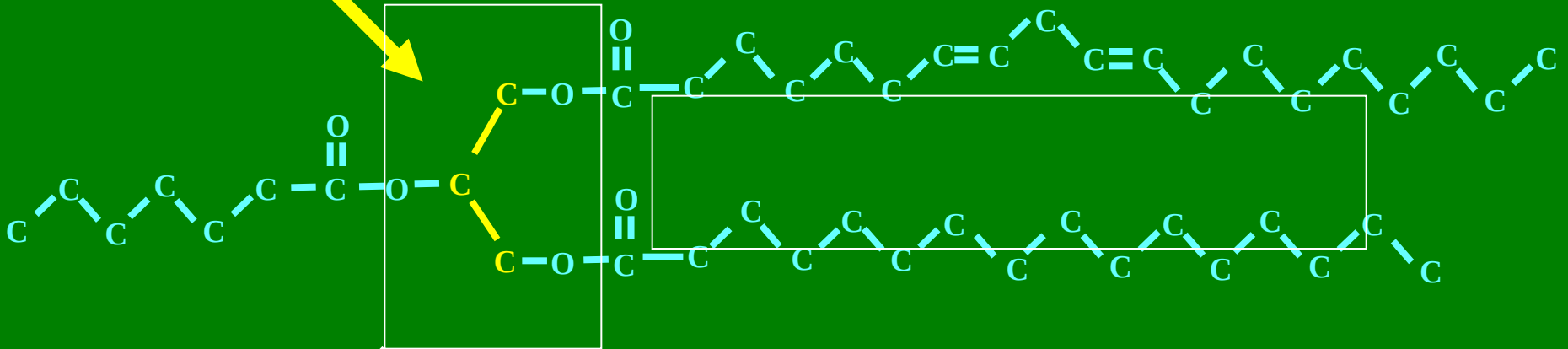
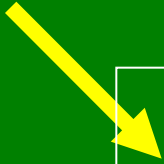
Piridoxina
Vit. B₆

Geralmente as dietas suprem as necessidades



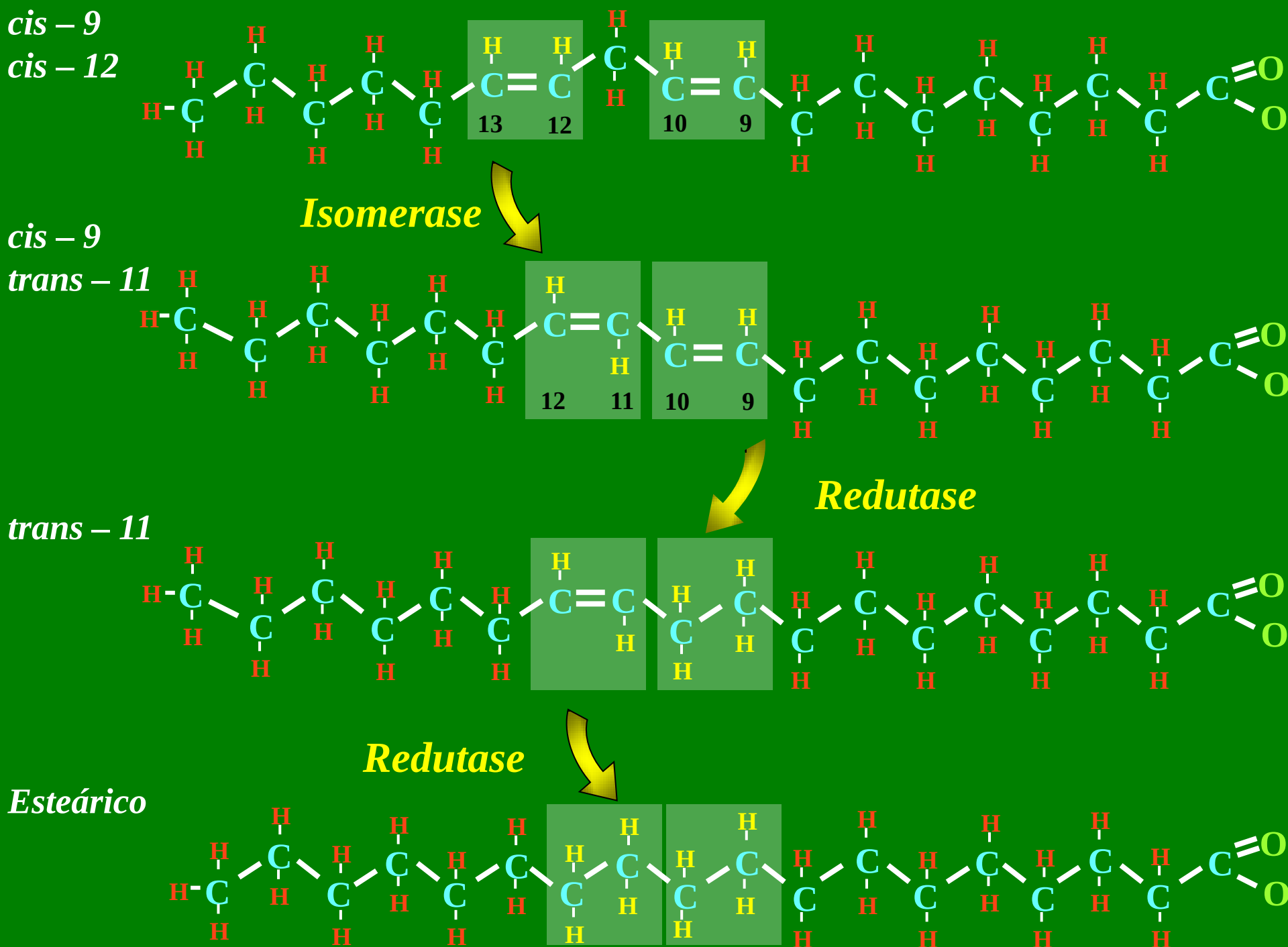


Lipase



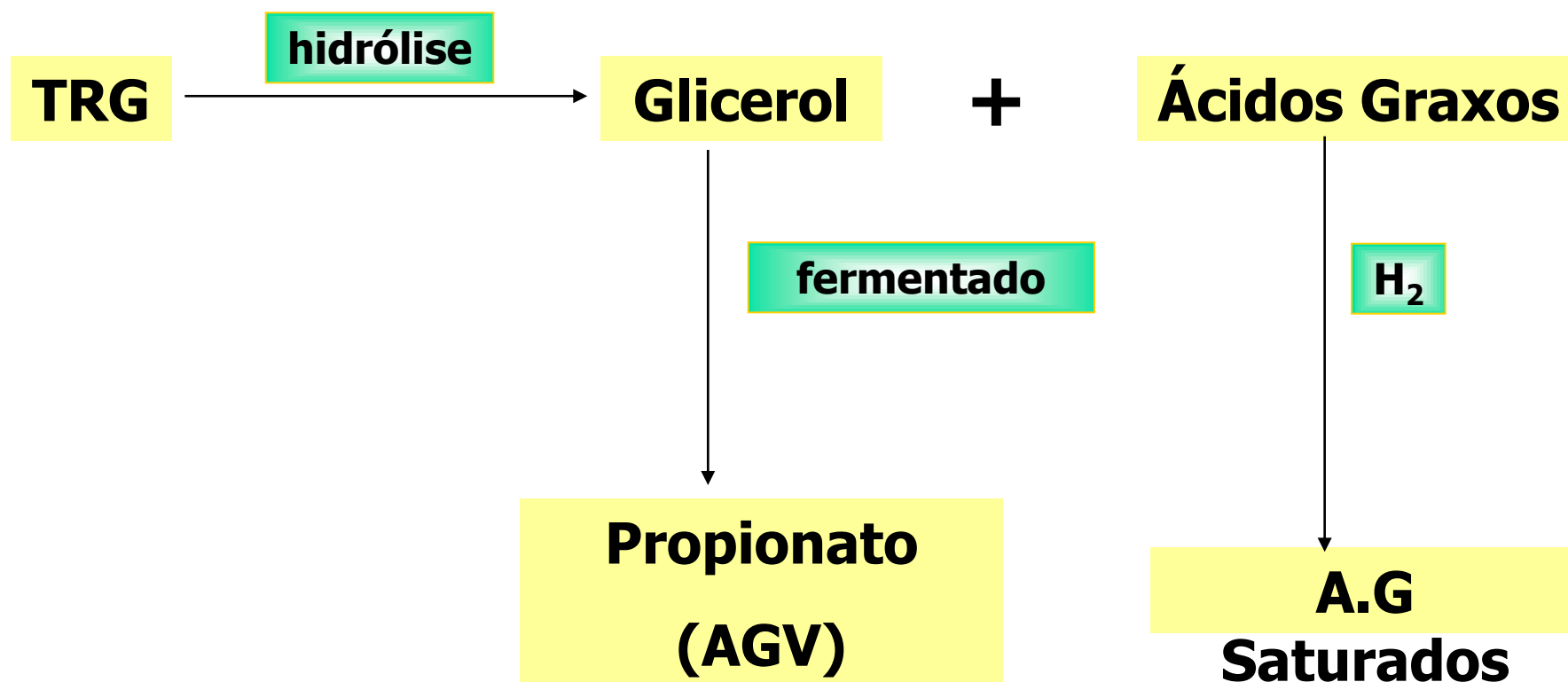
Propionato







HIDRÓLISE E BIODEGRADAÇÃO TG





HIDRÓLISE E BIODEGRADAÇÃO GL

**Galactosilglicerídeos
(Galactolipídeos)**

hidrólise

Galactose

+

Ácidos Graxos

fermentada

(AGV)

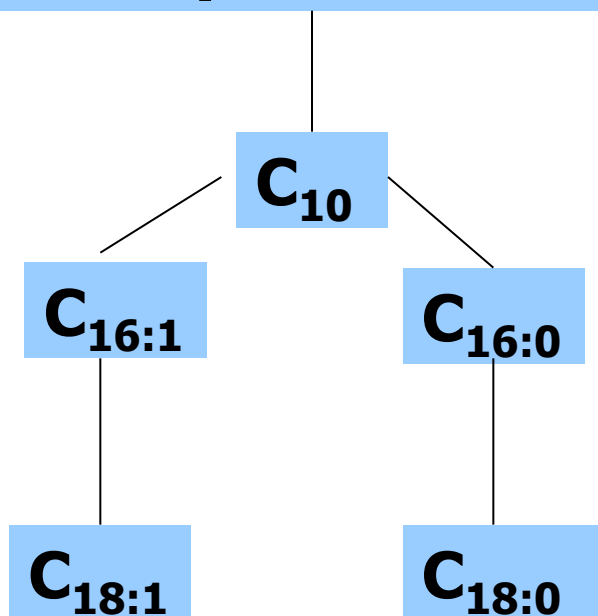
H_2

**A.G
Saturados**



Síntese de AG pelos microrganismos

AGV (Acetato – propionato, Valerato)



Cadeia ímpar

Ácidos graxos $C_{18:2}$ e $C_{18:3}$ não são sintetizadas por bactérias do rúmen, mas são captados e incorporados pelos microrganismos



Efeitos dos A.G. na fermentação ruminal

- Embora o aumento no grau de insaturação aumente a digestibilidade, também aumenta a probabilidade de efeitos adversos na fermentação ruminal.
- Redução da ingestão de MS, da % de gordura no leite e da digestibilidade ruminal da fibra são indicadores de alteração na fermentação ruminal.
- A taxa de liberação e de saturação dos AG insaturados.
- ↓ impacto na fermentação das sementes oleaginosas.



Lipídeos x digestão da fibra

- **Maior nível de Lipídeos na dieta reduz a digestibilidade da fibra;**
 - Proteção física (processo de digestão necessita de colonização das partículas p/ degradação da **Parede Celular**);
 - Modificação da população microbiana;
 - Inibição da população microbiana por efeito dos ácidos na membrana celular;
 - Reduzida disponibilidade de Cátions (Acrescentar Ca e Mg).



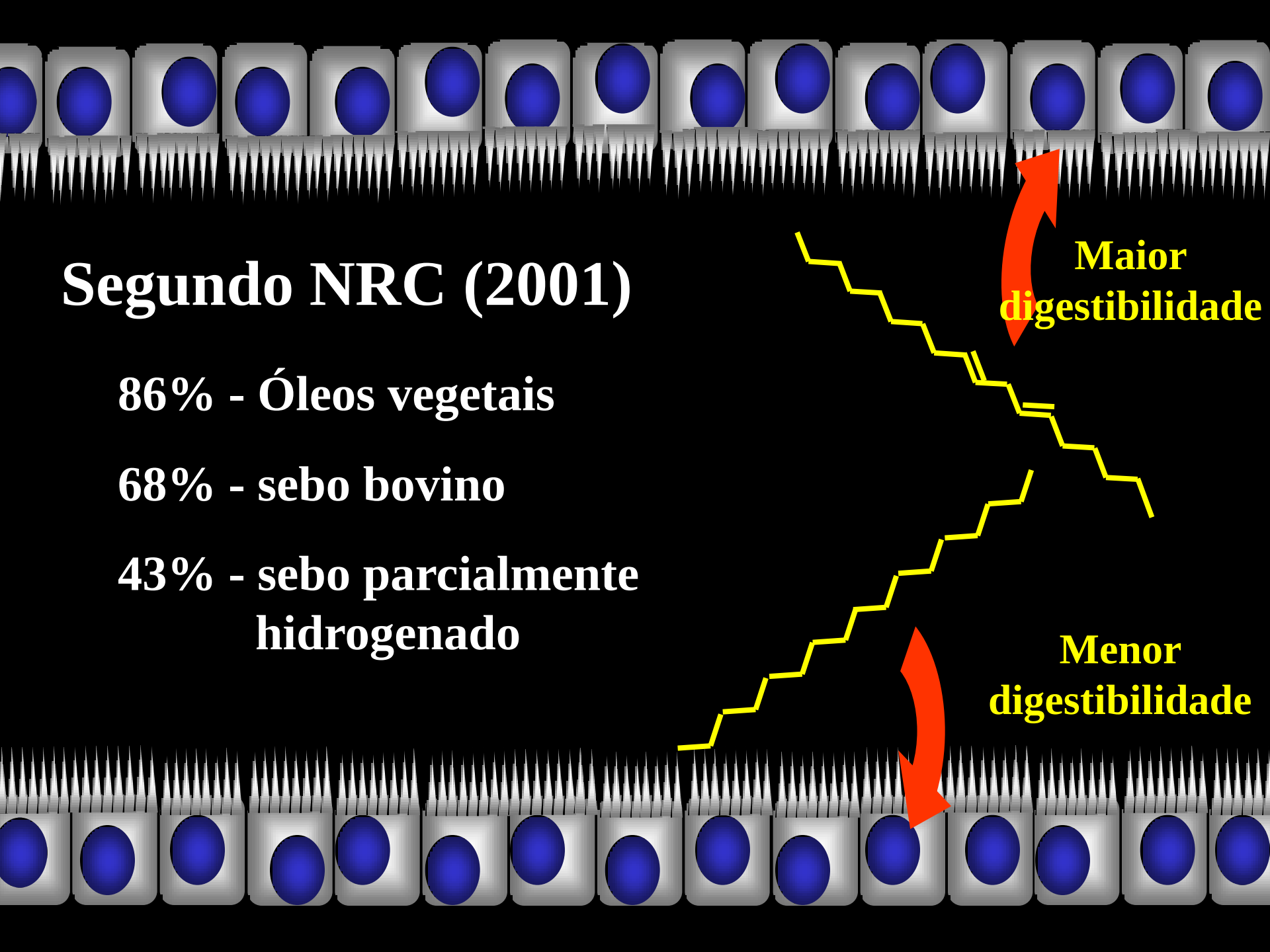
Fase intestinal da digestão de lipídeos

1 – Emulsificação

2 – Hidrólise

3 – Formação de Micelas

4 – Absorção de Micelas



The diagram illustrates a cross-section of a digestive tract, likely a rumen, with a series of blue circular cells at the top and bottom. A yellow sawtooth line runs diagonally across the center, representing the digestibility of different feed types. A red arrow points upwards from the bottom towards the top, labeled 'Maior digestibilidade' (Higher digestibility), and another red arrow points downwards from the top towards the bottom, labeled 'Menor digestibilidade' (Lower digestibility).

Segundo NRC (2001)

86% - Óleos vegetais

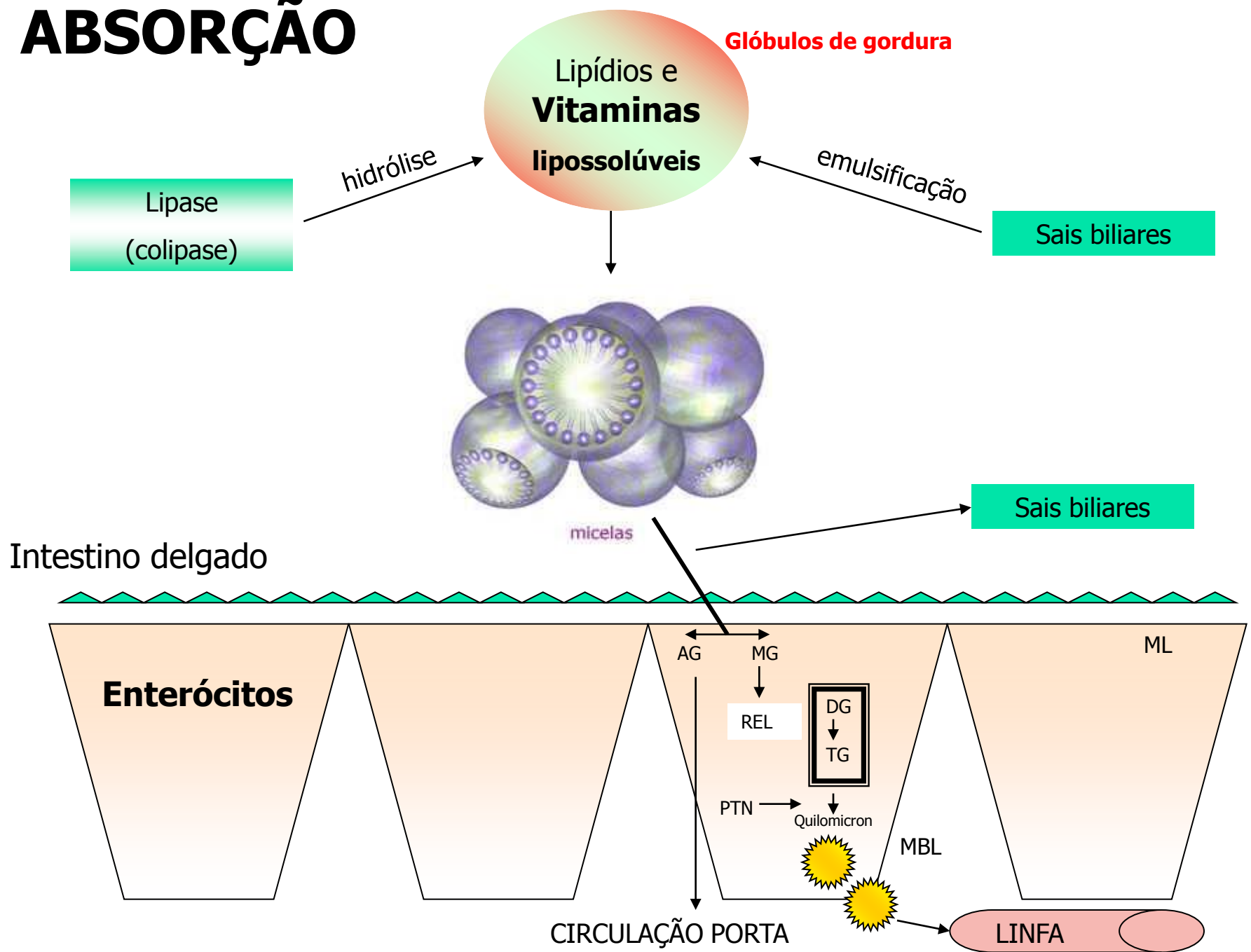
68% - sebo bovino

43% - sebo parcialmente
hidrogenado

**Maior
digestibilidade**

**Menor
digestibilidade**

ABSORÇÃO





Digestibilidade dos Lipídeos

■ A digestibilidade é influenciada pelo:

- CMS

Diminui com aumento do CMS

- Quantidade de EE consumido

Digestibilidade diminui 2,2% para cada 100g de EE consumido (resposta variada)

- Grau de saturação

Digestibilidade diminui com o grau de saturação

Máxima digestão do EE com valores de índice de iodo maiores que 40



Composição de AG e I. iodo de gorduras e óleos

Fonte	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	outros	I.Id
Sais de Ca	1,3	48,6	1,1	4,1	36,5	7,8	0,3	0,2	49
Sebo Hidrolisado	2,4	39,7	0,7	42,7	10,9	1,0	-	2,6	12
Sebo P.Hidrgend	1,9	25,6	0,45	44,9	23,0	0,45	0,15	3,75	22,5
Sebo	3,0	24,5	3,7	19,3	40,9	3,2	0,7	4,9	48
Gordura aves	1,0	22,1	7,2	6,5	43,0	18,5	0,9	0,7	82
Gordura peixe	8,0	15,1	10,5	3,8	14,5	2,2	1,5	44,5	31
Canola	-	4,8	0,5	1,6	53,8	22,1	11,1	6,1	119
Milho	0,0	10,9	-	1,8	24,2	58,0	0,7	4,4	126
Algodão	0,8	22,7	0,8	2,3	17,0	51,5	0,2	4,7	107
Soja	0,1	10,3	0,2	3,8	22,8	51,0	6,8	5,0	131
Girasol	-	5,4	0,2	3,5	45,3	39,8	0,2	5,6	113

Adaptada NRC-(2001).

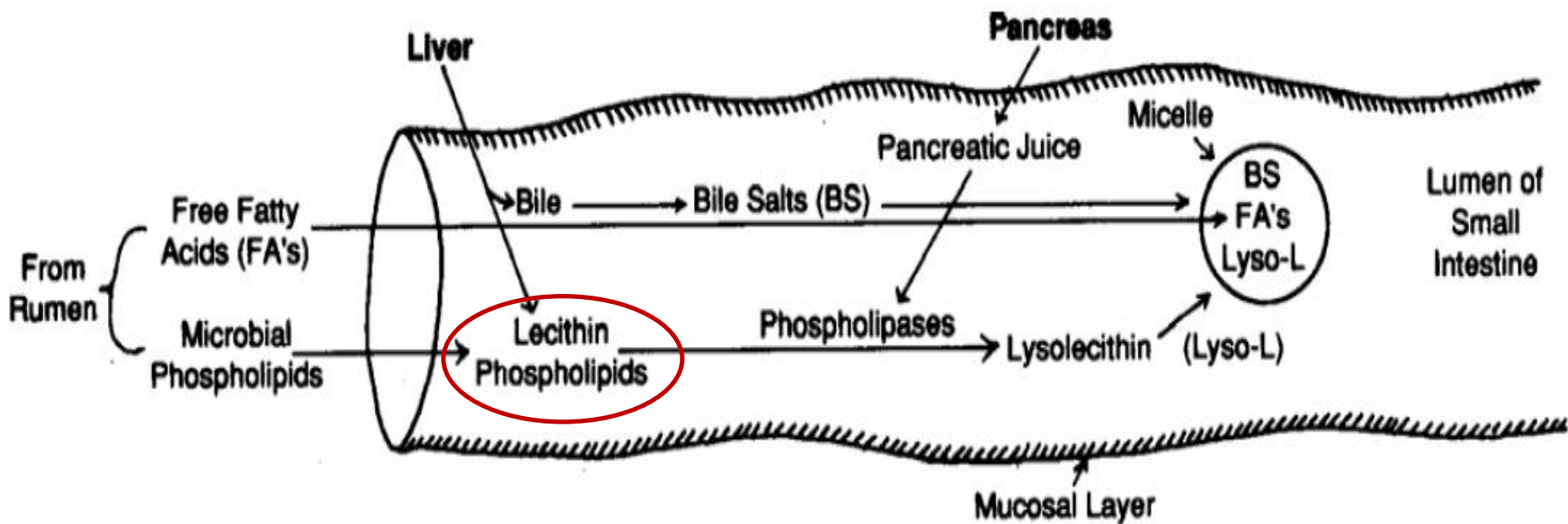


Digestão e absorção em ruminantes

- Devido a biohidrogenação ruminal, os principais AG deixando o rúmen são C_{18:0} e C_{18:1}.
- Bactérias ruminais que degradam AGCL, possuem um tempo de geração relativamente longo, impedindo substancial desenvolvimento.
- -CD ruminal, indicam uma síntese microbiana (perda $\pm$ 8%).
- Síntese foi estimada 15 g/kg de MO degradada no rúmen.
- 85-90% dos AG deixando o rúmen são AGL e os outros 15-10% restante são FLP microbianos.
- Embora poucos triglicérides alcancem o ID, a bile e a lipase pancreática são necessárias para a sua absorção.
- Dependência dos Monoinsaturados e Liolecitina.

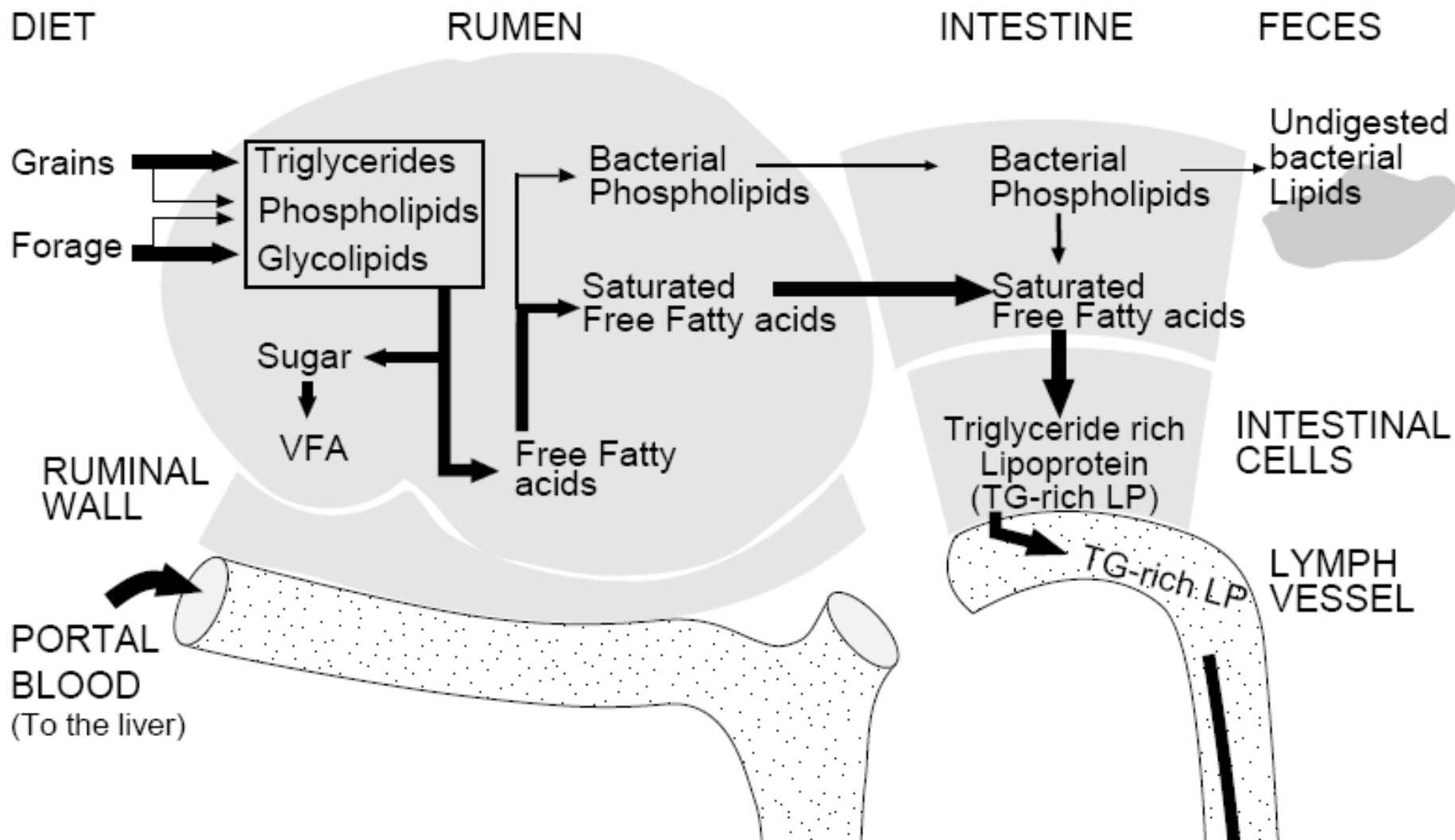


Digestão de Lipídeos em Ruminantes



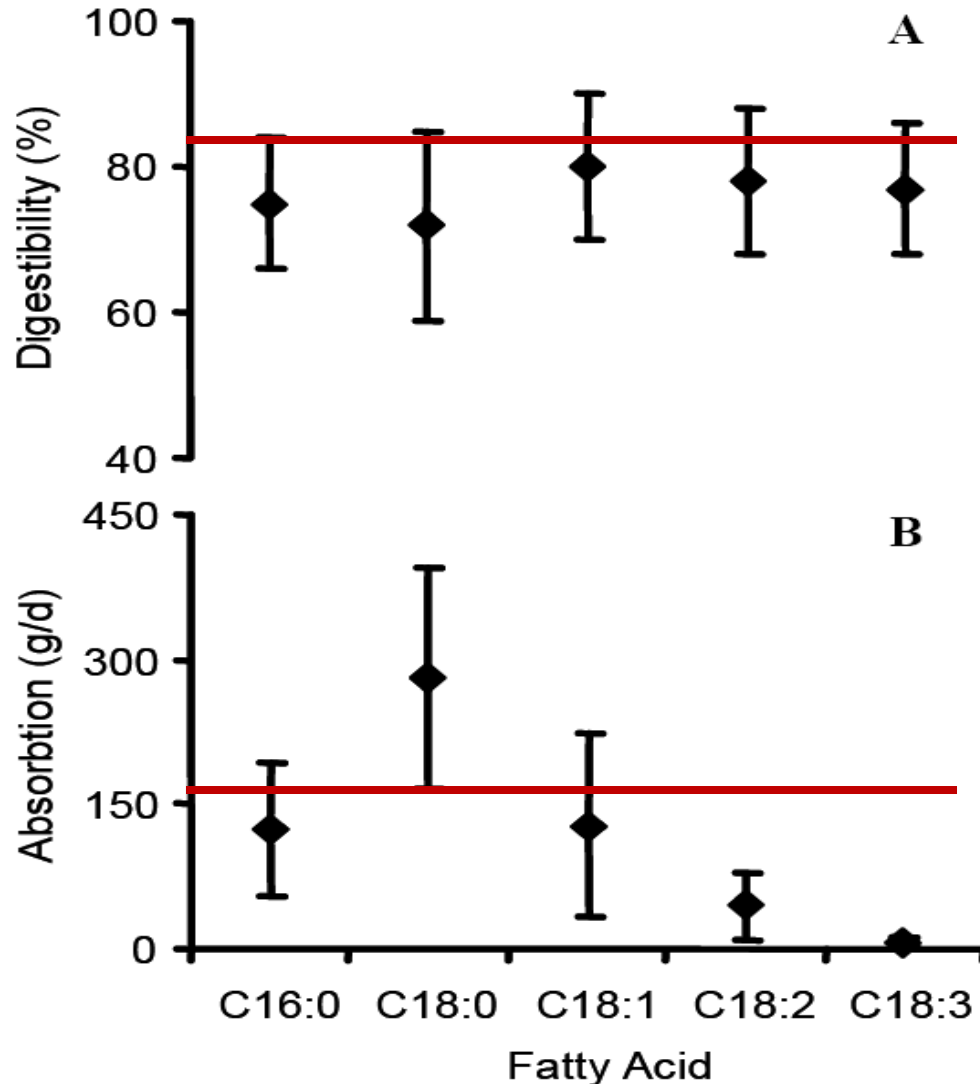


Processos Digestivos dos Lipídios em Ruminantes





Absorção e Digestibilidade de AG/ ruminantes



- Lenta e continua liberação de pequenas quantidades de AG no duodeno.
- O complexo de sais biliares e lecitina são responsáveis pela solubilização de AG saturados e sua incorporação dentro das micelas para posterior absorção.



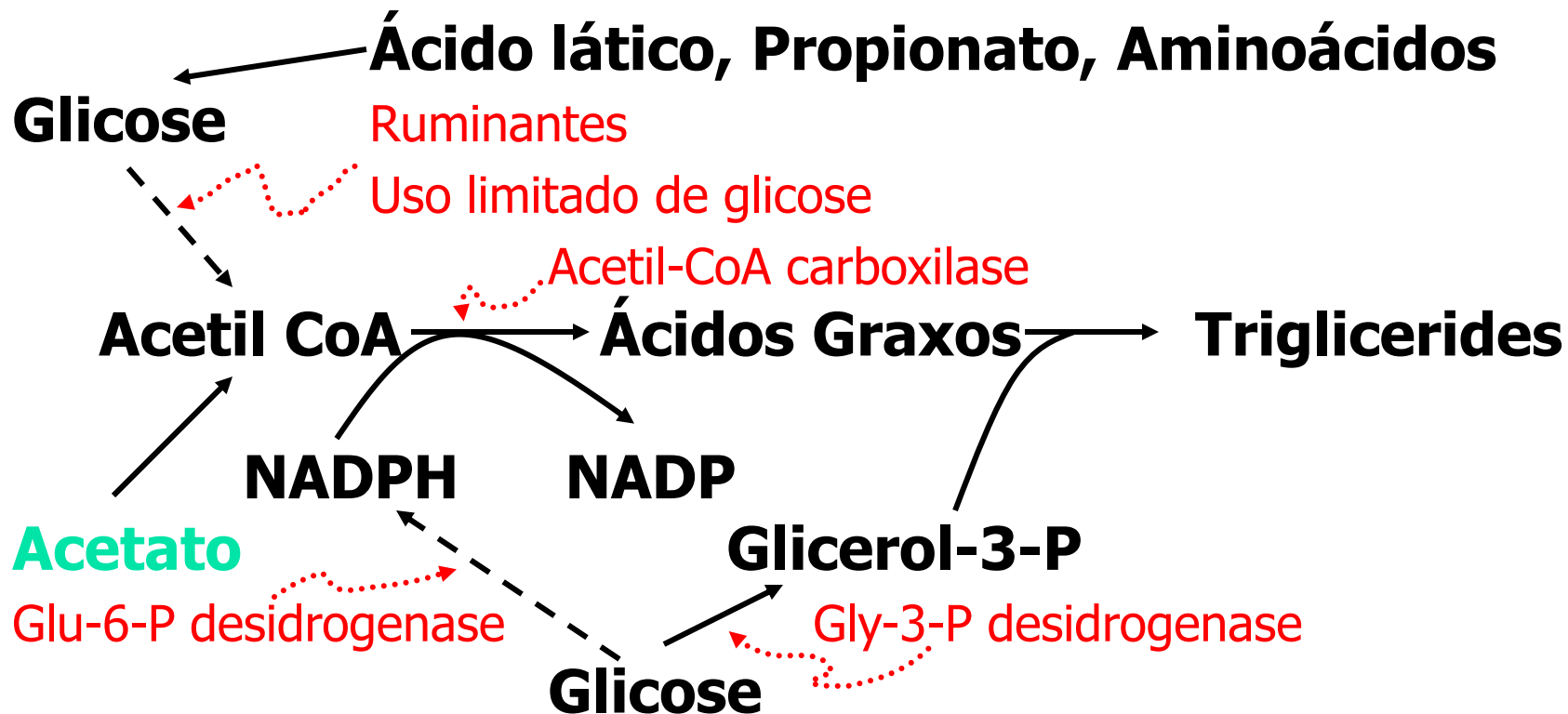
Composição % das gorduras animais

Fonte	In. I	Saturados				Insaturados		
		14	16	18	18:1	18:2	18:3	20:4
Aves	80	1,4	21,4	5,9	39,5	23,5	1	0,5
Suínos	62	1,4	28,2	12,8	48	11	0,6	-
Manteiga	34,5	10,2	26,2	11	22,3	1,2	0,5	-
Sebo	40	3,5	28,4	18,1	44	3	1	-
Gema		0,3	22,8	8,0	35,5	11,7	0,3	1,5

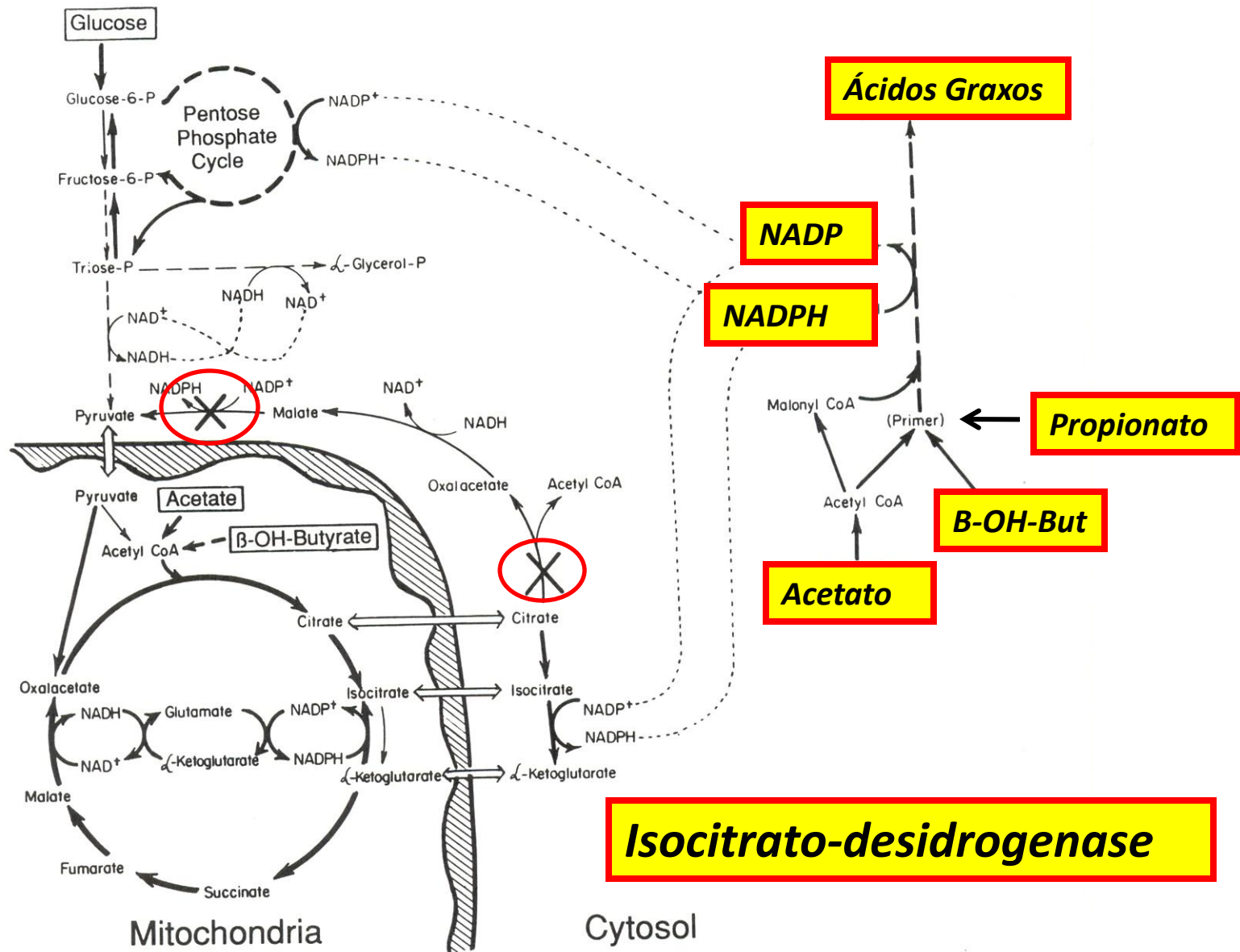
Adaptado de Bertechini, 2006.



Síntese de Ácidos Graxos (AG)



Síntese de Ácidos Graxos



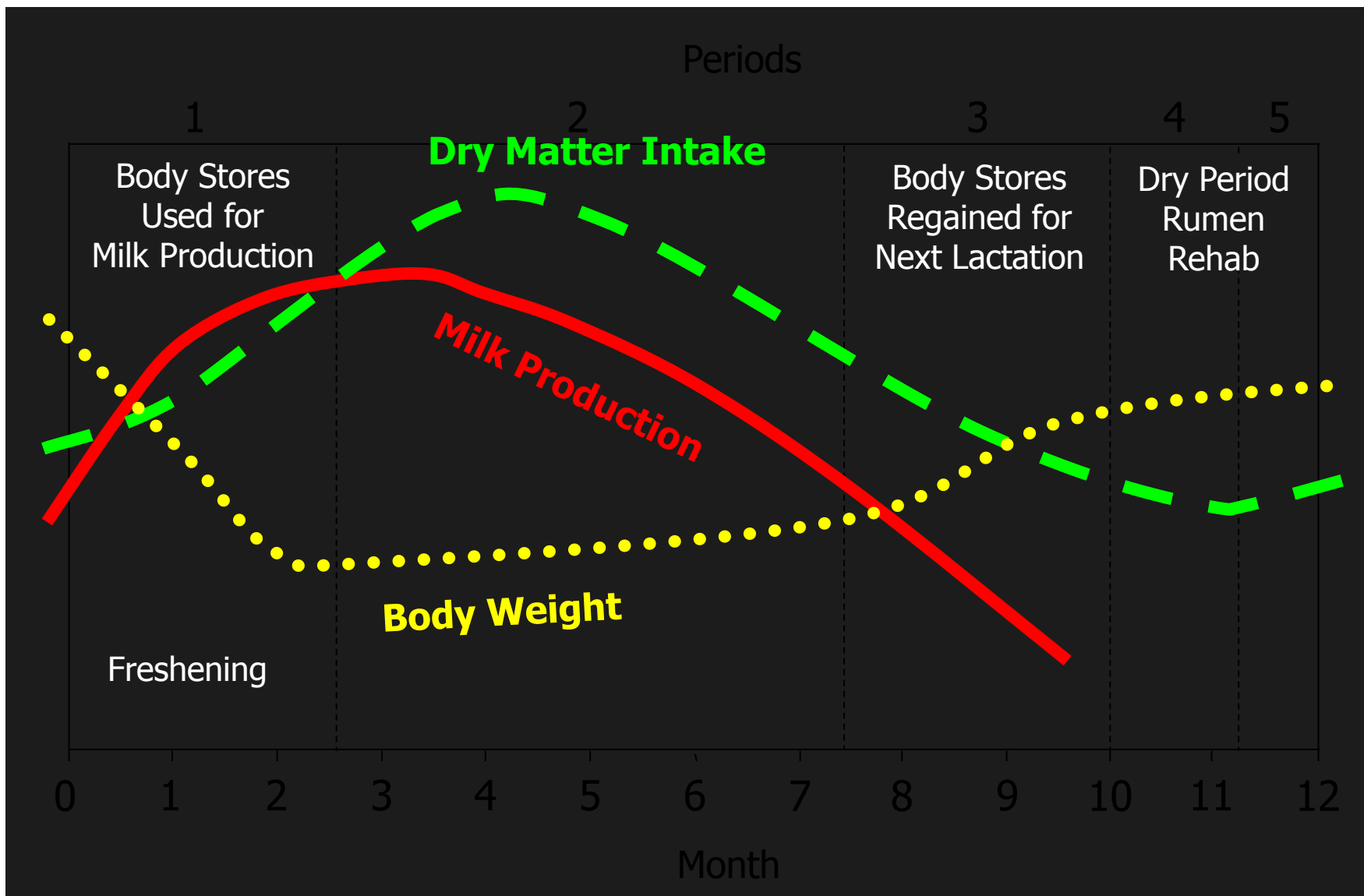


Mobilização de Reservas Corporais





Variações durante a lactação

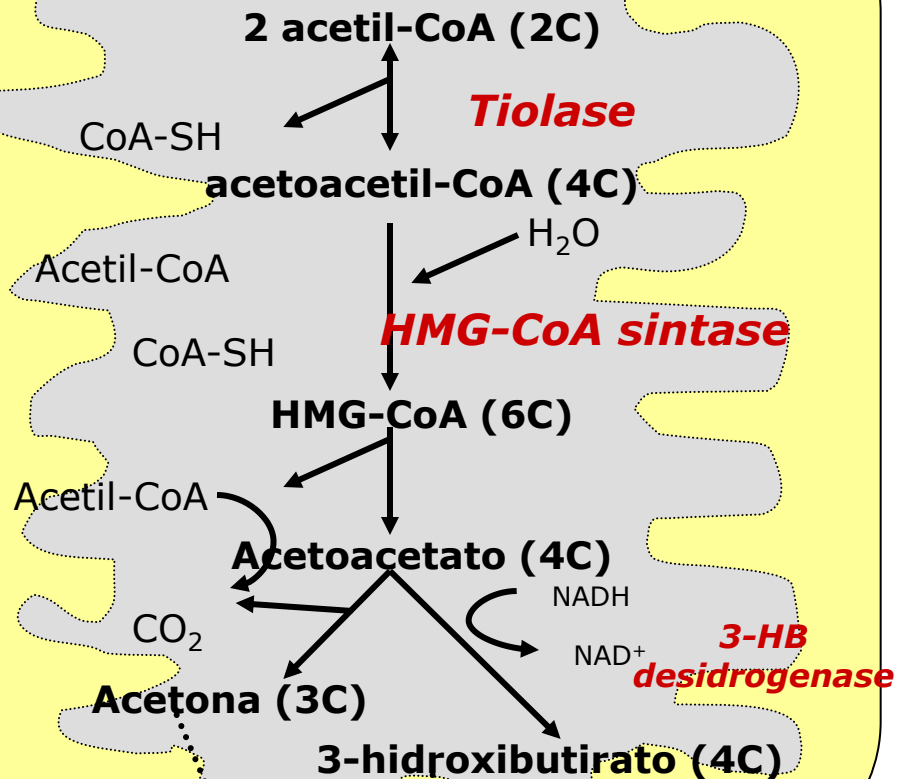


Corpos cetônicos

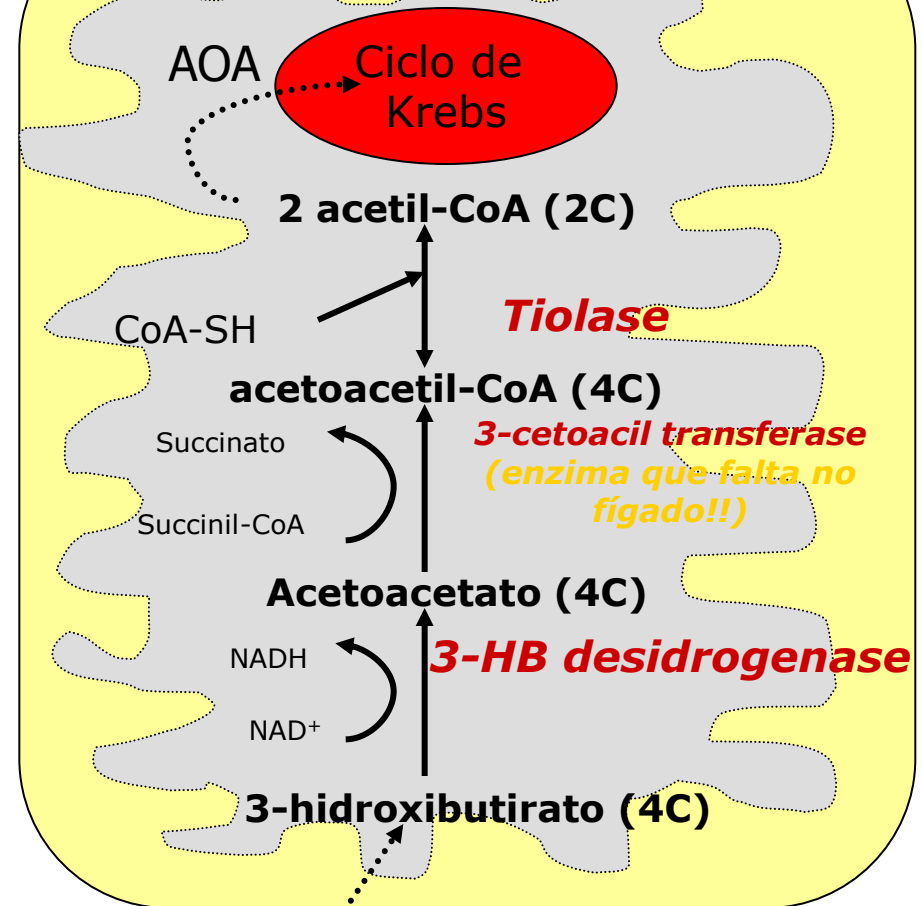
HMG-CoA = β -hidroxi- β -metil glutaril-CoA (6C)

3-HB desidrogenase: 3-hidroxibutirato desidrogenase

Mitocôndria hepática



Mitocôndria (cérebro, músculo e coração)



Por circulação