

Alterações de Formulações das Dietas para Frangos de Corte que Impactam a Saúde Intestinal



Sergio L. Vieira, Ph.D.

UFRGS

Porto Alegre, Brasil



Impactam a Saúde Intestinal

- Estrutura e funcionamento do TGI
- Ingredientes e formulações
- Interações indesejáveis

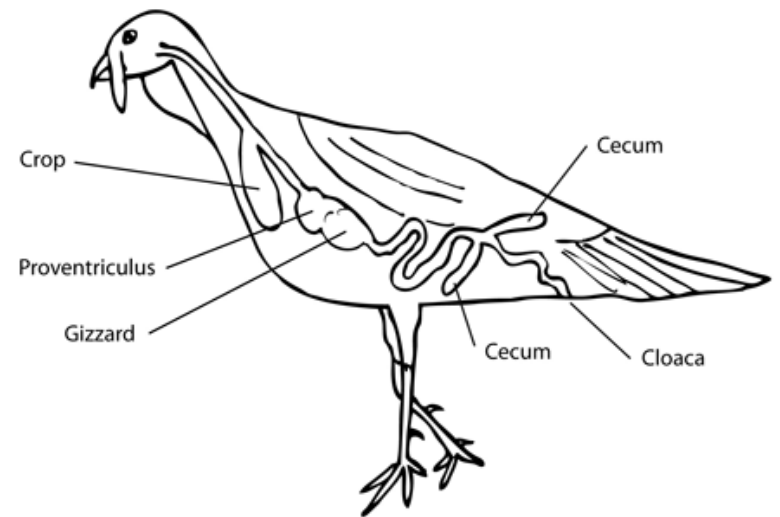
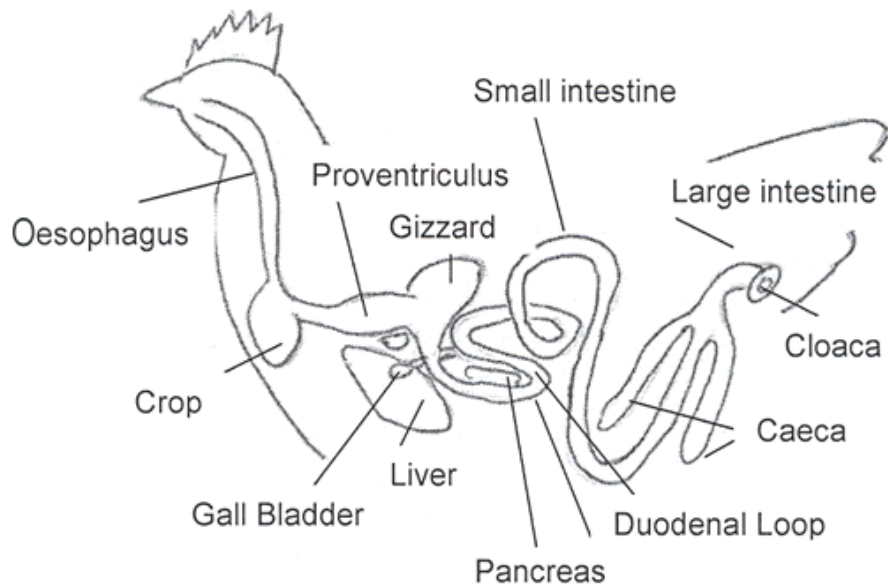
Red Jungle Fowl



Peru Silvestre

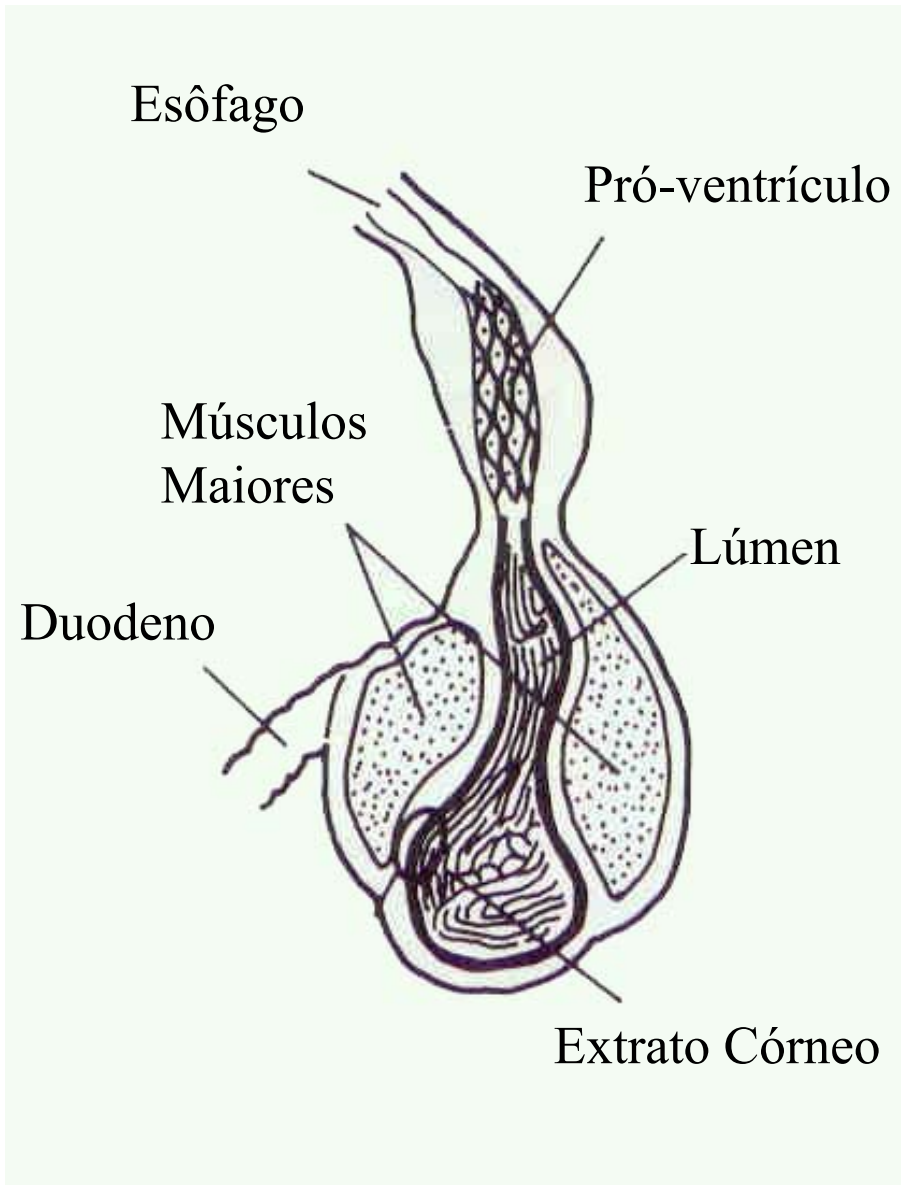


Frangos e Perus Onívoros



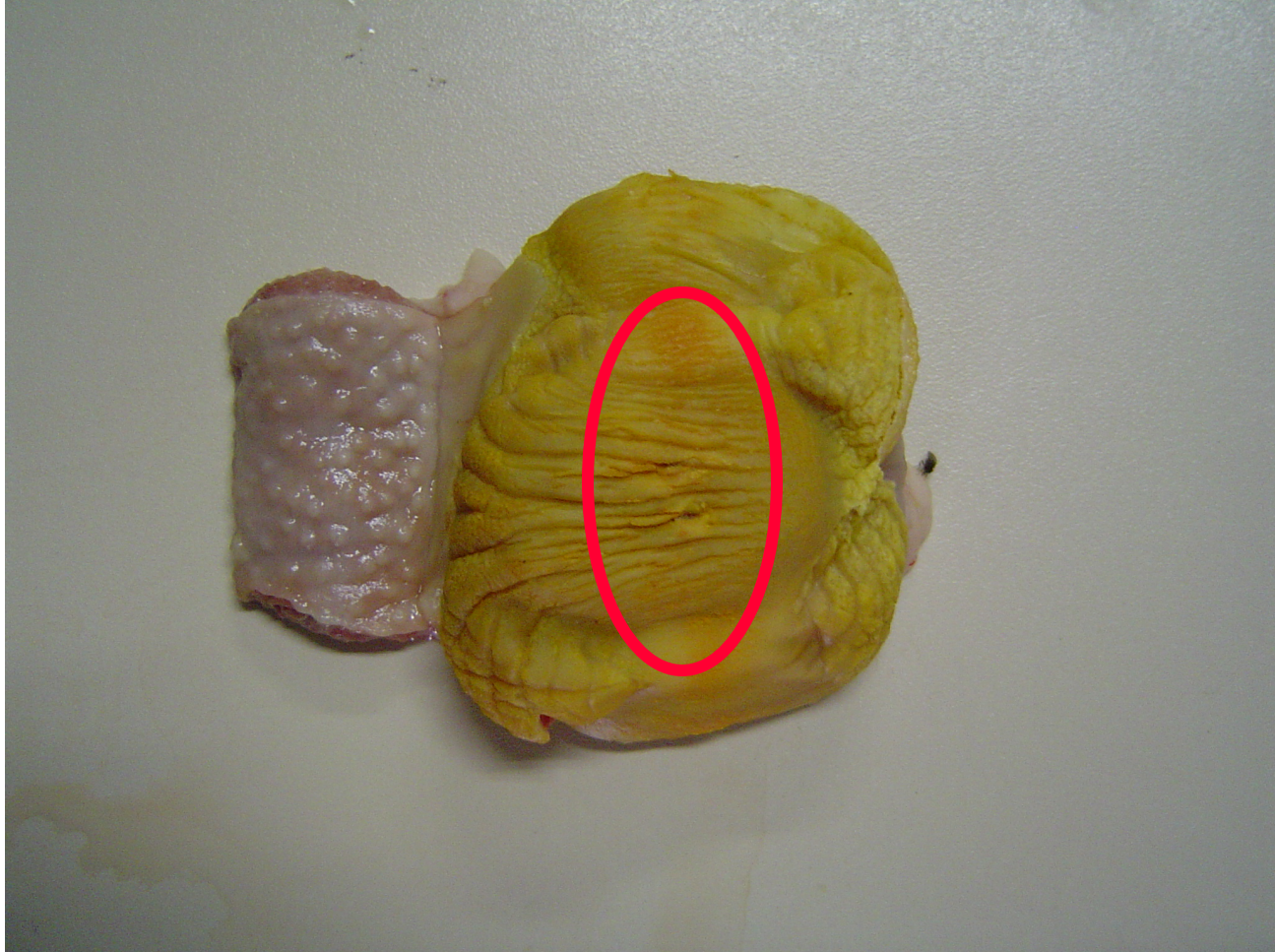
Trato Digestivo

- Tubo coberto por células especializadas, sempre expostas a micro-organismos e outros agentes que afetam sua estrutura
- Cada célula é parte integral de uma barreira física e têm atividades secretoras



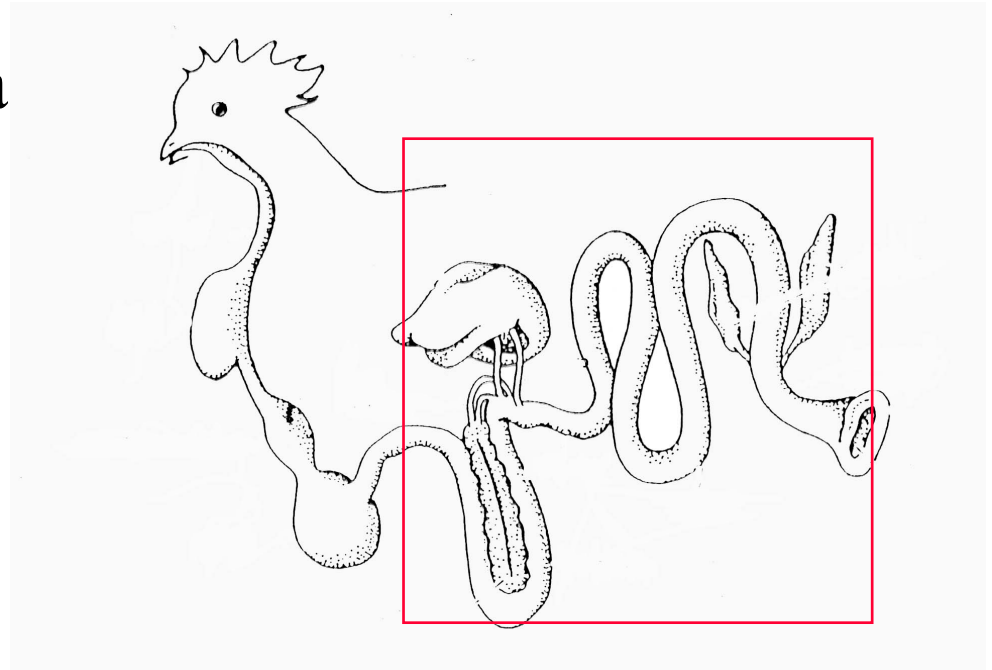
Moela

- Mistura de secreções (HCl + pepsina), degradação física, refluxo intestinal, mas sem secreção local

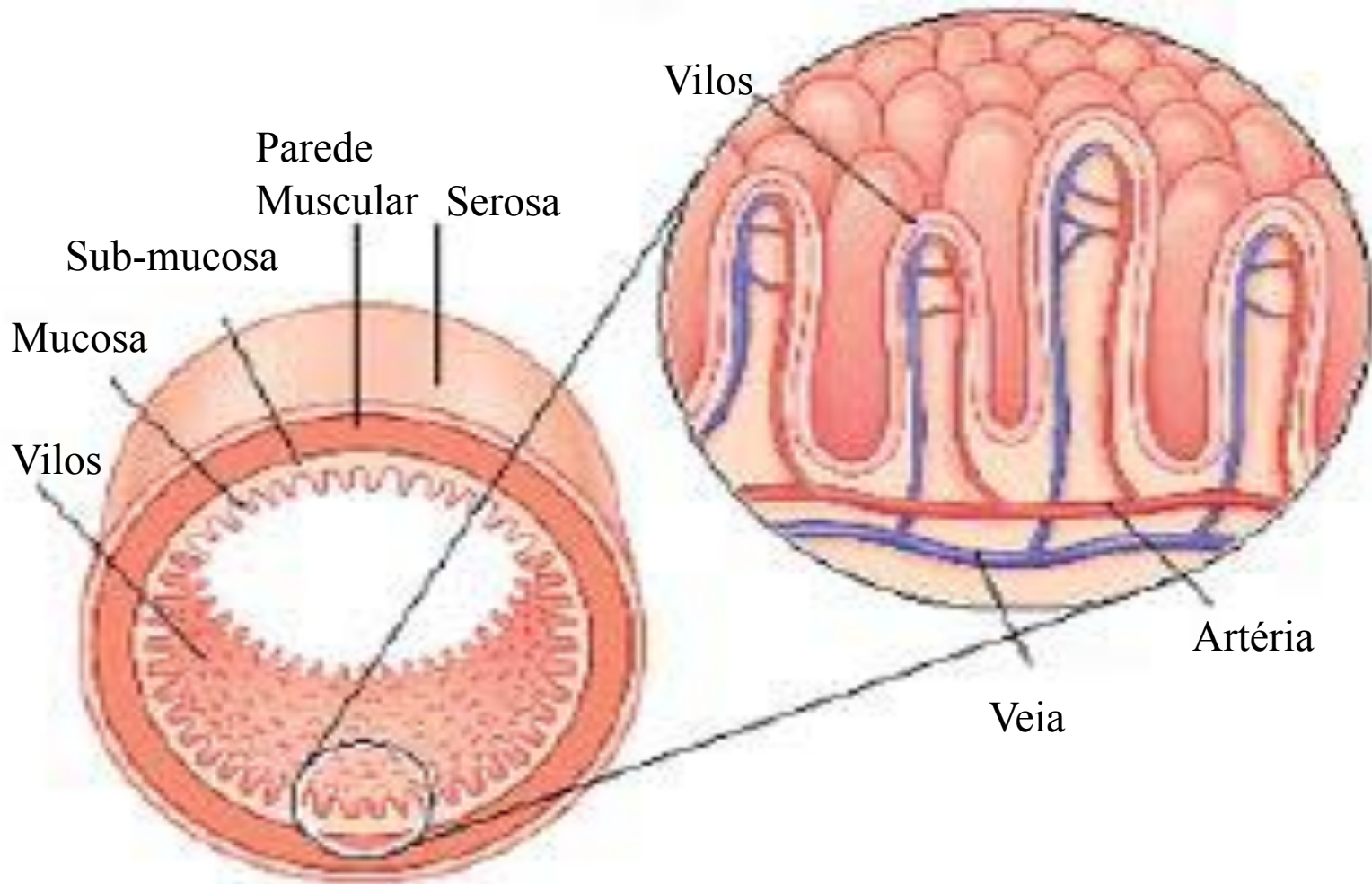


Intestinos

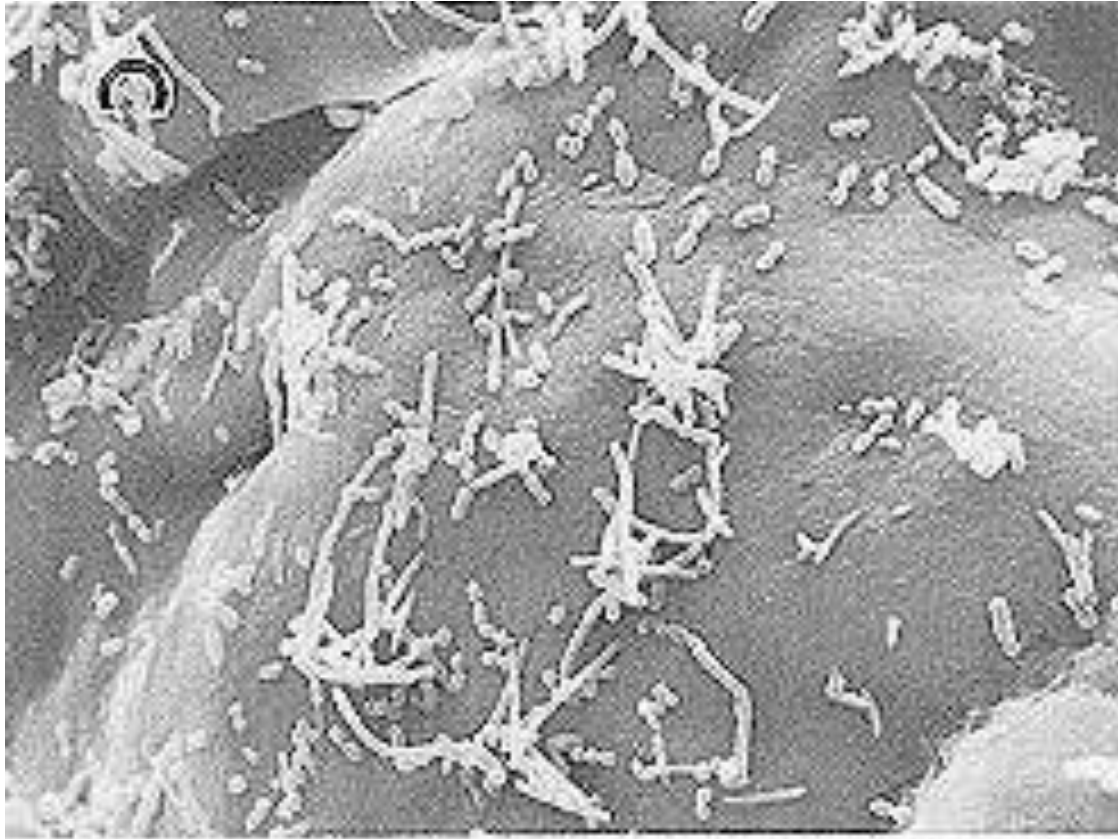
- Duodeno
 - Secreção e mistura
- Jejunum
 - Absorção
- Íleo
 - Reabsorção
- Cecos e cólon
 - Fermentação limitada



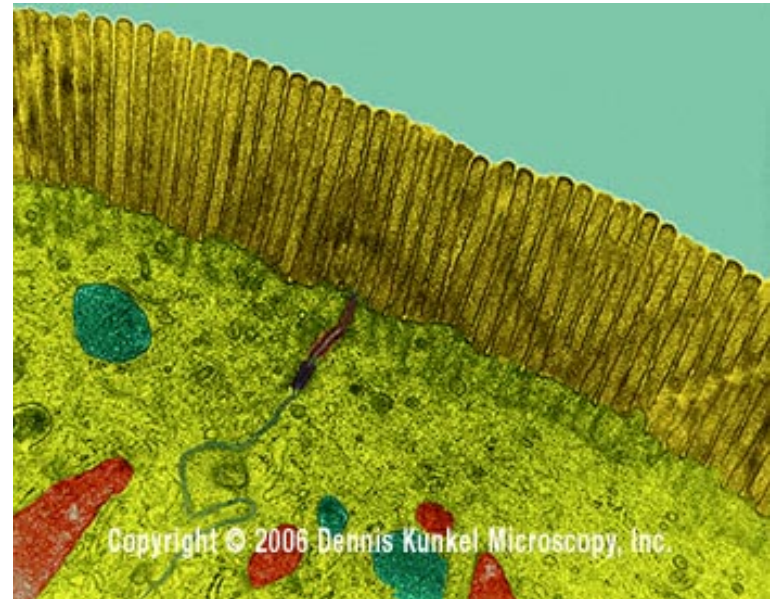
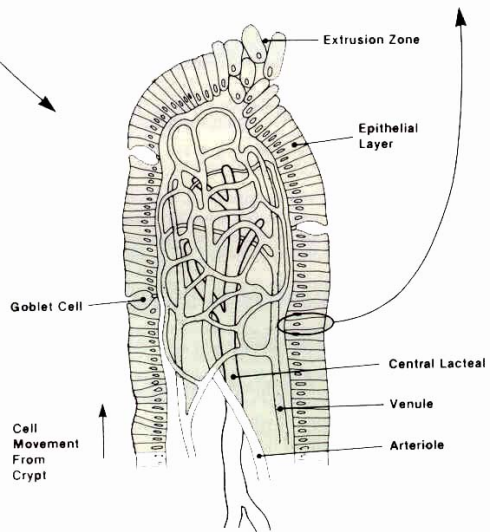
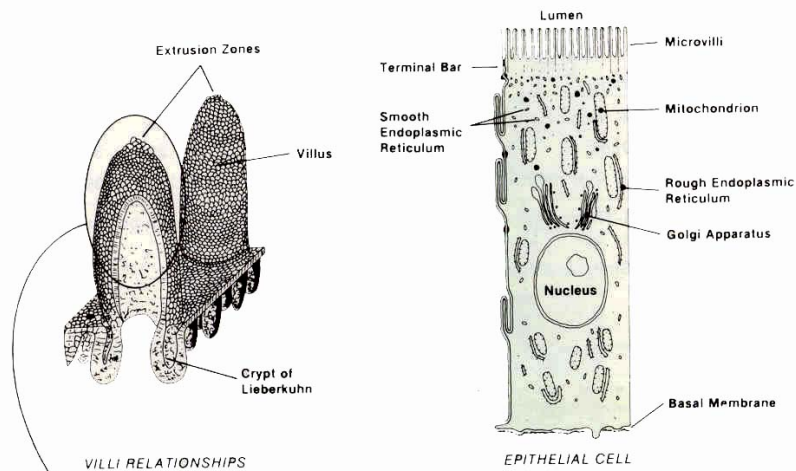
Intestino: 4 Camadas



Superfície do Intestino Delgado

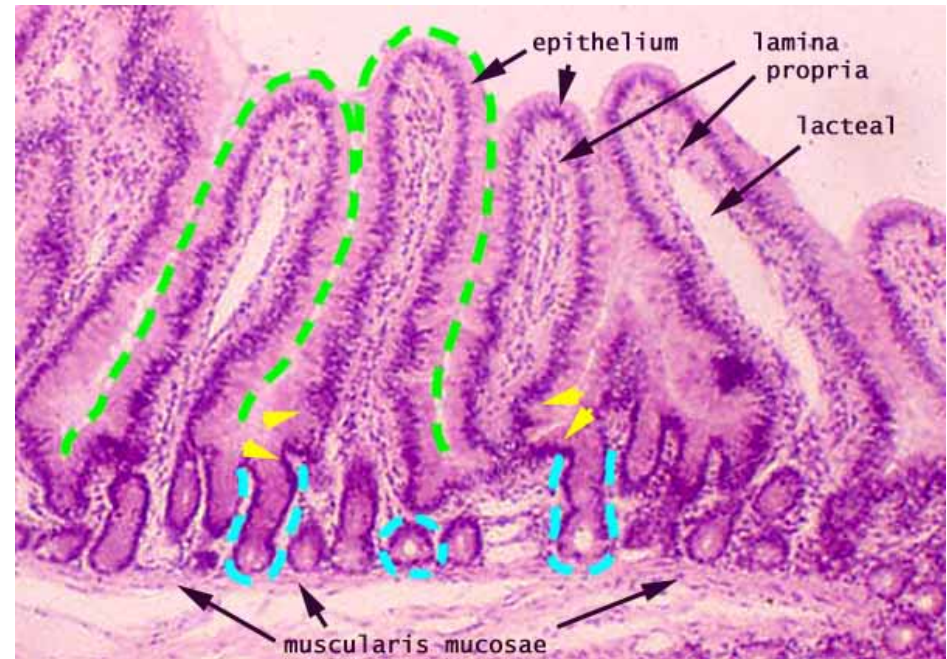




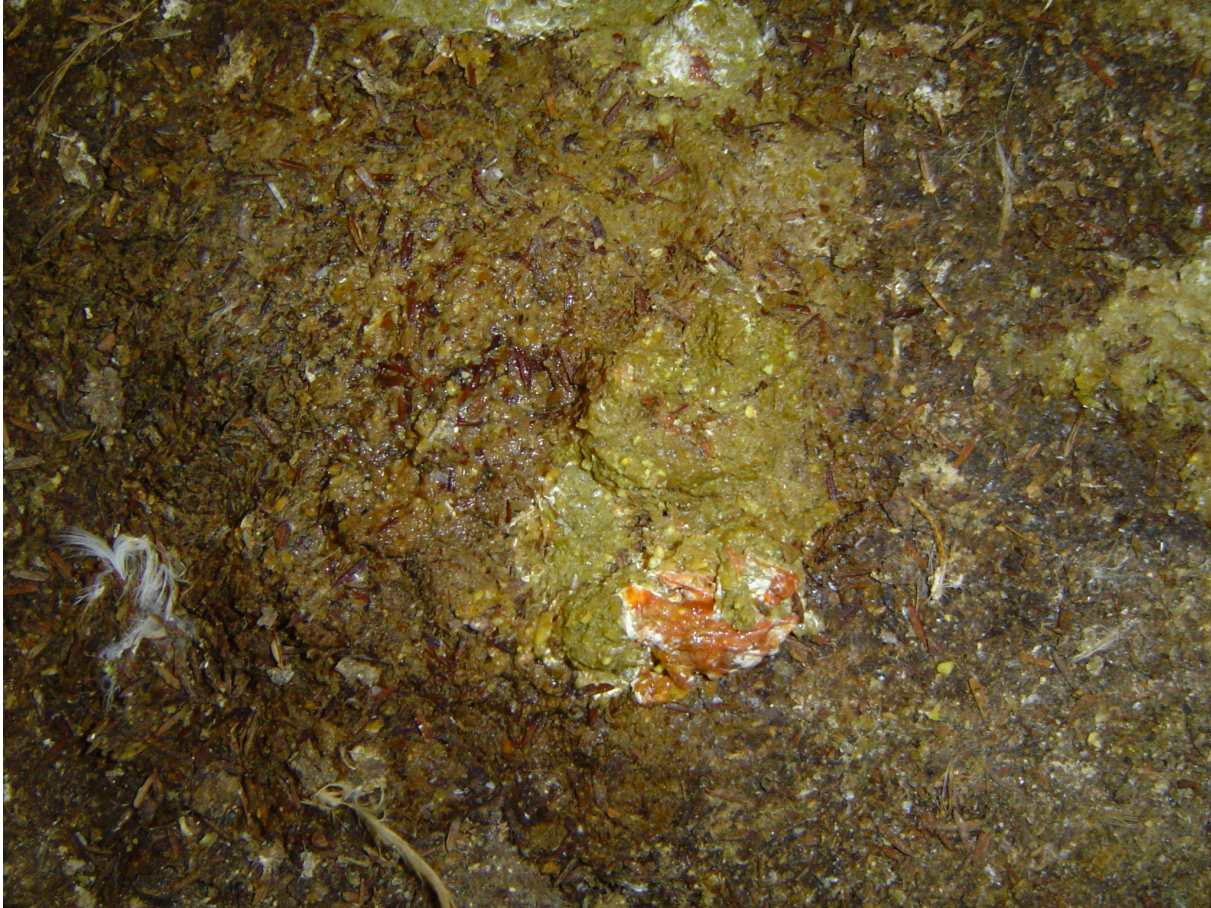


Lâmina Própria

- Tecido conectivo que suporta o enterocito
- Comporta arteríolas, vênulas e vasos linfáticos
- Limita superfícies especializadas como o canal linfático, e o sistema imune (GALT)







Fatores Alimentares

- Diferenças entre ingredientes
- Variações dentro de ingredientes

Dietas Vegetarianas

- Alterações relacionadas ao farelo de soja
 - Redução na digestibilidade da matéria orgânica
 - Aumento na concentração de potássio
 - Aumento na proporção de substratos de fácil fermentação
 - Pequenas, mas significativas alterações nos balanços de AA

Formulações, kg/ton

21% CP, 1.12% dLys, 3,100 kcal EM/g

	Tradicional	Vegetal
Milho	597	558
F.Soja	314	366
F. carne	50	-
Óleo	27	43
Calcário	2	15
Fosfato	-	16
K ⁺	0.8%	0.95%

Digestibilidade da Matéria Seca, %

	3-10 d*	28-33 d*
	P < 0,0001	P < 0,0001
Animal	84	86
Vegetal	81	82

*16 e **7 % farinha de vísceras

Vieira et al., 2004

Consumo de Água, ml/ave

	3-10 d*	21-35 d**
	P < 0,0001	P < 0,002
Animal	331	3.334
Vegetal	403	3.763

* 16% Farinha de vísceras

** 8,5% vísceras, suíno e penas

Excreta, g/ave

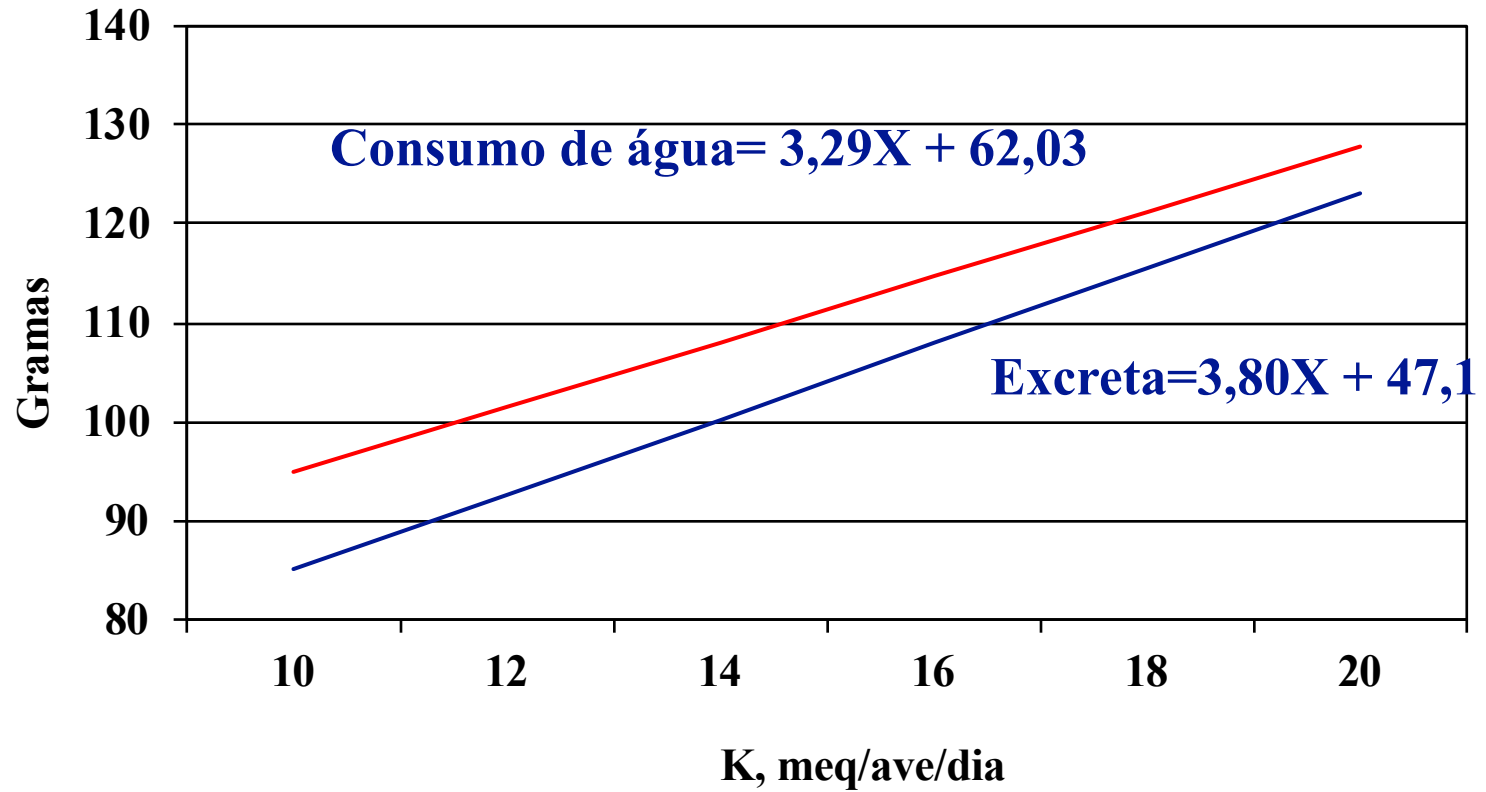
	3 – 10 d*	21 – 35 d**
	P < 0.0001	P < 0.002
Animal	137	1.841
Vegetal	157	2.171

* 16.0% Vísceras

** 8.5% Vísceras, suíno, penas

Vieira et al., 2003, 2004

$[K^+]$



Dermatites e Condição da Cama

	<u>Correlação aos 41 d</u>
Friabilidade X Umidade superficial	0,798 (P < 0,01)
Umidade superficial X dermatite	0,620 (P < 0,05)
Friabilidade X Dermatite	0,675 (P < 0,05)

Tucker e Walker, 1992

Qualidade de Pés

- Até US\$ 3.000 por Ton



Dermatites de Contato e Desempenho

Condição da Cama	Superfície mm ²	Lesão %	G. Peso g
Seca	2.848 a	0,2 a	3.425 a
Úmida	3.344 b	43,0 b	2.913 b
Úmida - Seca	2.986 a	0,4 a	3.290 a
Seca - Úmida	3.010 b	30,1 b	2.975 b

Dermatite de Contato

- Reduz a qualidade do produto
- Indicador de bem-estar
- Associado com cama de má qualidade
- Erosões afetam patas e peito
- Irritação devida ao contato longo com excreta
- Inflamação e necrose da epiderme

Digestibilidade do F. Soja

<u>Fração</u>	<u>Digestibilidade, %</u>
Proteína	87
Gordura	89
Fibra	14
ENN	4

Pierson et al., 1980

Origem da Soja

F. Soja	EMA	EMAn	EDI
Mato Grosso	3.090	2.952	3.135
Sul	2.903	2.778	2.984
Sem Protease	2.931	2.806	3.000
Com Protease	3.052	2.915	3.112
Prob.			
Farelo de soja	0,0001	0,0001	0,0006
Protease	0,0002	0,0002	0,0069
F. Soja x Protease	0,1767	0,0897	0,2097

Carboidratos do Farelo de Soja

	<u>% Total</u>
Sacarose	6.0
Estaquiiose	4.2
Rafinose	1.1
Pectinas	8.0
Hemicelulose	10.0
Celulose	7.0
Amido	0.5
<hr/>	
Total	37.0

Diferença está TGI

<u>F. Soja, 44%</u>	<u>EM, kcal/kg</u>
Ave	2,230
Suíno	3,180

Extração Alcoólica

F.Soja	EM	Dig., %	Trânsito, min	pH
44 %	2.794	53,9	71	6,64
64%	3.368	67,3	115	7,21

Coon et al., 1990

Microbiota Afeta a Utilização de Nutrientes

- Dieta modula a composição e atividade da microbiota
- Crescimento bacteriano pode produzir endotoxinas, que podem atravessar a parede intestinal e eventualmente chegar ao fígado
- Mais grave quando o intestino sofre de permeabilidade irregular (“leaky gut”) pois mais produtos do metabolismo entram na circulação

Interação com o Ambiente

	Digestibilidade,%	Milho	Milho + 30 g Pectina/kg
Regular	MS	71.6 b	64.8 a
	Gordura	81.3 b	65.7 a
	Amido	96.9 b	95.3 a
Germ-Free	MS	74.4	74.6
	Gordura	93.9	94.8
	Amido	98.9	98.9

Colônias Anaeróbicas

Média de 3 estudos ($\times 10^7$)

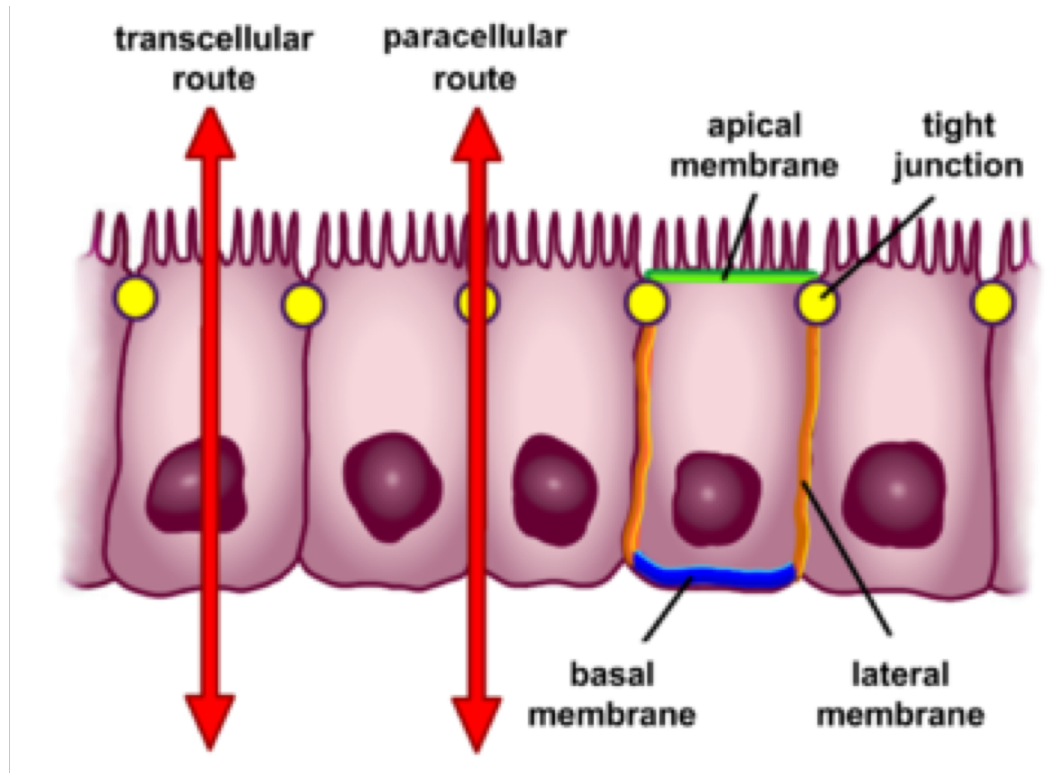
Ração Basal

	<u>Cevada</u>	<u>Milho</u>	<u>Milho + 4,5% Pectina</u>
1 – 4 d	750	4,3	1.102
1 – 7 d	782	4,1	837

Viscosidade Induz Alterações

	Controle	1% CMC
Digestibilidade Gordura, %	76,1 a	67,8 b
Sais Biliares digesta, $\mu\text{mol/g}$	14,4 a	11,7 b
Sais biliares excreta, $\mu\text{mol/g}$	13,4 b	15,8 a
Umidade excretas, %	76,5 a	79,7 b
Consumo de água, g/ave	1.195 b	1.290 a

Caminhos para Cruzar o Epitélio



Algumas Bactérias Atacam o Epitélio

- Primeiro, a bactéria fica presa em poros da rede de mucina
- Segundo, propriedades hidrofóbicas da mucina (CysD domains) permite aderência
- Terceiro, os glicanos polimórficos da mucina ligam-se à bactérias, as quais têm adesinas específicas para estas estruturas

Quanto Muco é Secretado por Dia?

- Sem informação precisa, mas a partir de dados com humanos:
 - 30 g de muco por dia (frango de 1 kg)
 - Muco é 95% água e 90% CHO na matéria seca
 - 26 gramas de proteína
 - Muco total é renovado a cada 20 horas

Composição de AA da Mucina (MUC2)

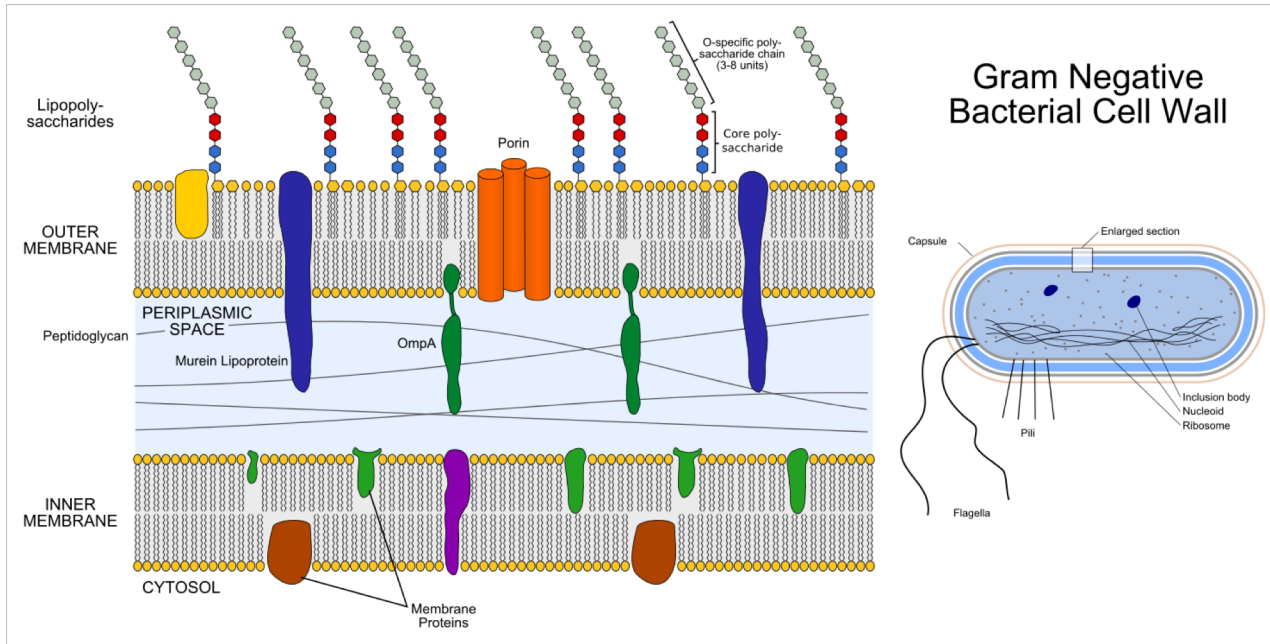
<u>Amino Ácido</u>	<u>%</u>
Thr	32.3
Pro	16.0
Ser	6.2
Gly	5.3
TSAA	5.4
<u>Val</u>	<u>5.4</u>



Endotoxinas Rompem a Integridade Intestinal e Produzem Inflamação

- LPS é o principal componente da parede celular externa de bactérias Gram - (intestine é um grande reservatório)
- LPS é um indutor principal da inflamação
- Gordura dietética auxilia a transferência de LPS na circulação
- Antibióticos alteram a microbiota e beneficiam a integridade do epitélio intestinal e reduzem a endotoxemia metabólica e o LPS cecal

Paredes Celular Gram -



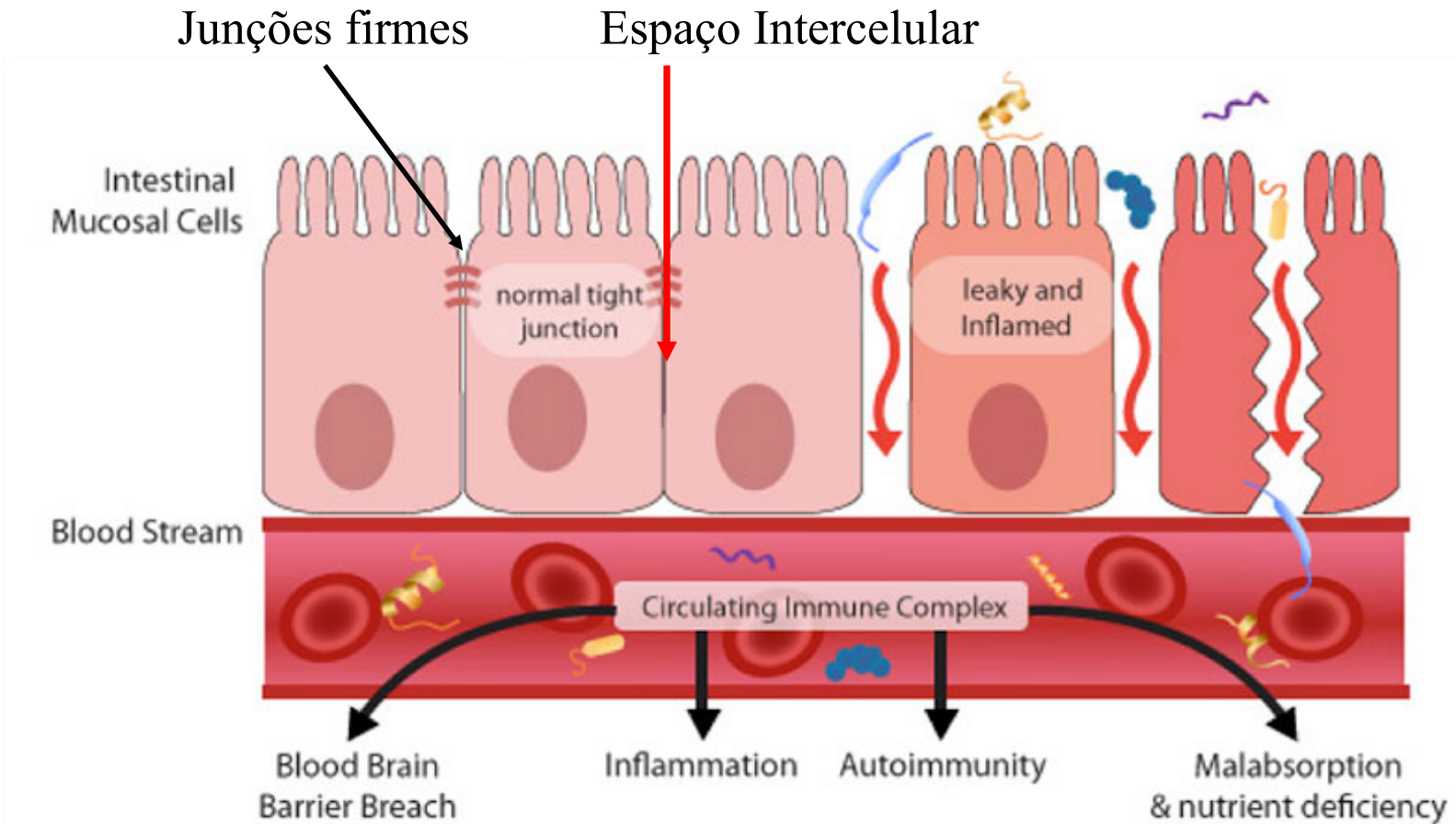
Aprendendo com Humanos

- O alto grau de inflamação sofrido por indivíduos com doenças metabólicas pode ser consequência da produção excessiva de mediadores estimulados por LPS
- Pacientes com obesidade, diabetes, DCV e esteatohepatite não alcoólica têm alto nível circulatório de LPS comparados a indivíduos saudáveis (Pussinen et al., 2011)
- LPS circula no plasma de indivíduos saudáveis em baixas concentrações (de 1 a 200 pg/mL) (Goto et al., 1994)

Aprendendo com Humanos

- Consumo excessivo de energia aumenta a resposta imune induzindo inflamação (Vogt, 2014)
- Restrição calórica diminui a resposta inflamatória sugerindo uma conexão (Fontana, 2009)
- Inflamação sistêmica é devida à resposta do tecido adiposo quando em rápida expansão (adipócitos produzem, citocinas) (Ye and Keller, 2010)

Intestino Permeável



DSS e Restrição Alimentar

	Serum FITC levels (ug/mL) ^{1,2}	FITC-d released from ileum ($\mu\text{g/g}$ tissue) ¹	
		After 1 h incubation	After 16 h incubation
CON ³	0.28 ^b \pm 0.03	10.59 ^a \pm 4.41	20.12 ^a \pm 7.88
DSS ³	0.44 ^a \pm 0.06	26.47 ^a \pm 13.67	7.81 ^a \pm 2.84

DSS e Restrição Alimentar

FITC-d levels ($\mu\text{g/g}$ tissue)*,¹

2 h postincubation

6 h postincubation

Duodenum

Ileum

Cecum

Duodenum

Ileum

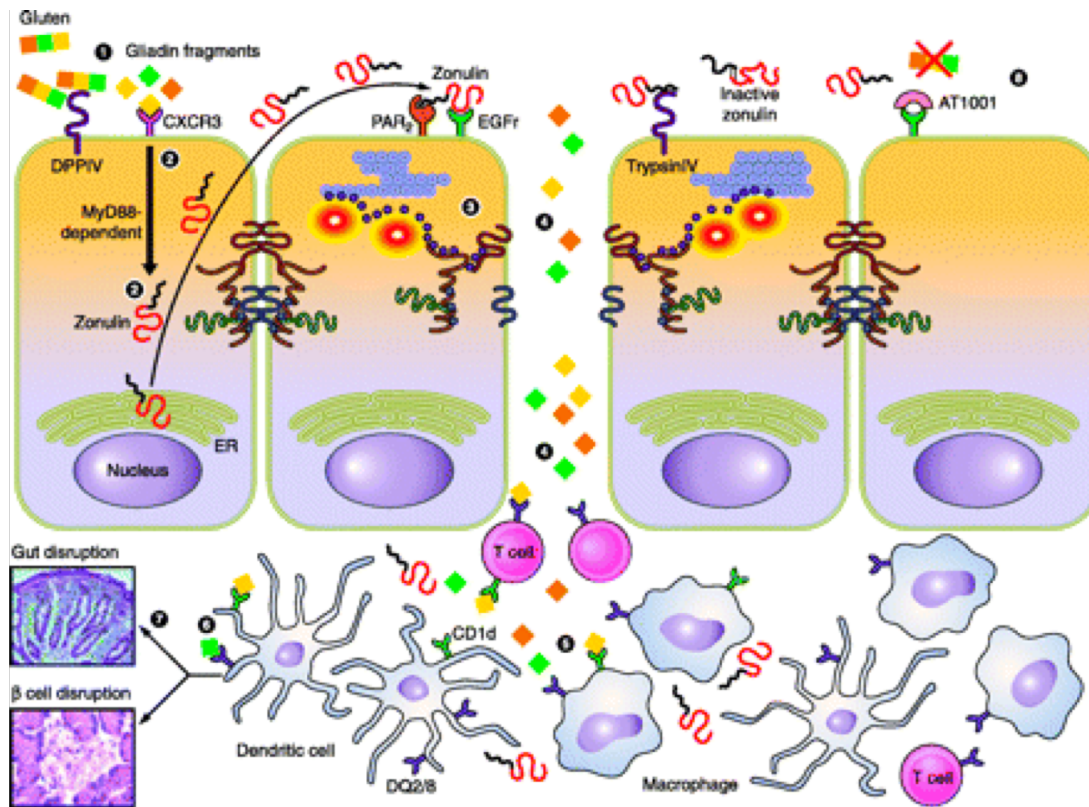
Cecum

CON	2.63 ^b \pm 0.31	17.15 ^a \pm 4.11	27.92 ^b \pm 6.26	3.73 ^b \pm 0.49	23.41 ^a \pm 5.80	14.45 ^b \pm 1.86
DSS ²	7.00 ^a \pm 0.93	28.26 ^a \pm 6.50	12.65 ^b \pm 1.89	8.42 ^a \pm 1.39	33.85 ^a \pm 6.81	11.17 ^b \pm 1.09
FRS ³	8.89 ^a \pm 1.02	37.23 ^a \pm 14.33	73.53 ^a \pm 17.51	9.05 ^a \pm 1.00	58.28 ^a \pm 27.39	46.46 ^a \pm 10.50

Permeabilidade Intestinal

- Zonulin is the only protein discovered to date that is known to reversibly regulate intestinal permeability by modulating intercellular TJs (Wang et al., 2000; Fasano et al., 2000)
- Small intestines exposed to enteric bacteria secrete zonulin (El Asmar et al., 2002)
- The opening of the paracellular pathway may represent a defensive mechanism, which flushes out microorganisms (Fasano et al., 2012)

Desestruturação do Caminho Paracelular: Intestino Permeável



Inflamação Induzida pelo Alimento

%	Milho	Cevada
Milho	55.53	0
Cevada	0	58.27
F. Soja	35.69	31.16

Cevada X Milho

Table 2 | Evaluation of body weight, intestinal viscosity, serum FITC-d, and liver bacterial translocation in chickens fed with corn or rye in Experiments 1 and 2.

	Body weight(g)	Intestinal viscosity (cP Log ₁₀)	Serum FITC-d (μg/mL)	Bacterial translocation (CFU Log ₁₀)
Experiment 1				
Corn	283.21 ± 10.57 ^a	0.30 ± 0.04 ^b	0.20 ± 0.01 ^b	0.00 ± 0.00 ^b
Rye	110.69 ± 5.21 ^b	2.84 ± 0.57 ^a	0.42 ± 0.05 ^a	1.35 ± 0.45 ^a
Experiment 2				
Corn	301.46 ± 10.57 ^a	0.23 ± 0.35 ^b	0.31 ± 0.03 ^b	0.00 ± 0.00 ^b
Rye	140.89 ± 5.21 ^b	2.90 ± 0.83 ^a	0.52 ± 0.07 ^a	2.40 ± 0.73 ^a

Lesões de Enterite Necrótica

Aves com *E. acervulina*

Milho	Milho + Pectina	Trigo
0,267 c	0,533 bc	1,833 a

Branton et al., 1997





Esfoliação das Vilosidades

