



Universidade de São Paulo

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Departamento de Nutrição e Produção Animal



# VNP-3121

# TÓPICOS EM SUINOCULTURA

Cesar Augusto Pospissil Garbossa

Pirassununga, SP, Brasil

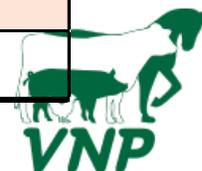
3/29/2023



# Cronograma



<b>VNP-3121 Tópicos em suinocultura - Docente: Cesar Augusto Pospissil Garbossa</b>			
<b>Data</b>	<b>Horário</b>	<b>Tema</b>	<b>Local</b>
Wednesday, March 8, 2023	08-10h	Sem aula	<b>VNP</b>
Wednesday, March 15, 2023	08-10h	Sem aula	<b>VNP</b>
Wednesday, March 22, 2023	08-10h	Introdução	<b>VNP</b>
Wednesday, March 29, 2023	08-10h	Principais ingredientes	<b>VNP</b>
Wednesday, April 12, 2023	08-10h	Principais ingredientes	<b>VNP</b>
Wednesday, April 19, 2023	08-10h	Exigências nutricionais	<b>VNP</b>
Wednesday, April 26, 2023	08-10h	Princípios básicos de formulação de ração	<b>VNP</b>
Wednesday, May 3, 2023	08-10h	Formulação de ração	<b>VNP</b>
Wednesday, May 10, 2023	08-10h	Formulação de ração	<b>VNP</b>
Wednesday, May 17, 2023	08-10h	Formulação de ração utilizando excel	<b>VNP</b>
Wednesday, May 24, 2023	08-10h	Avaliação 1	<b>VNP</b>
Wednesday, May 31, 2023	08-10h	Visita a fábrica de ração <i>Campus</i>	<b>Fábrica de ração</b>
Wednesday, June 7, 2023	08-10h	Viagem técnica 1 (Fábrica de ração)	<b>Externo</b>
Wednesday, June 14, 2023	08-10h	Viagem técnica 2 (Granja de suínos)	<b>Externo</b>
Wednesday, June 21, 2023	08-10h	Avaliação 2	<b>VNP</b>



# Material complementar

<http://www.suinculturaindustrial.com.br/>



<https://www.pig333.com/>

**PIG PROGRESS**

<https://www.pigprogress.net/>

<http://www.feedfood.com.br/pt/>



<http://suinocast.com.br/>



# O que vocês esperam da disciplina?





Universidade de São Paulo

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Departamento de Nutrição e Produção Animal



# NUTRIÇÃO DE SUÍNOS INTRODUÇÃO

Cesar Augusto Pospissil Garbossa

Pirassununga, SP, Brasil

3/29/2023

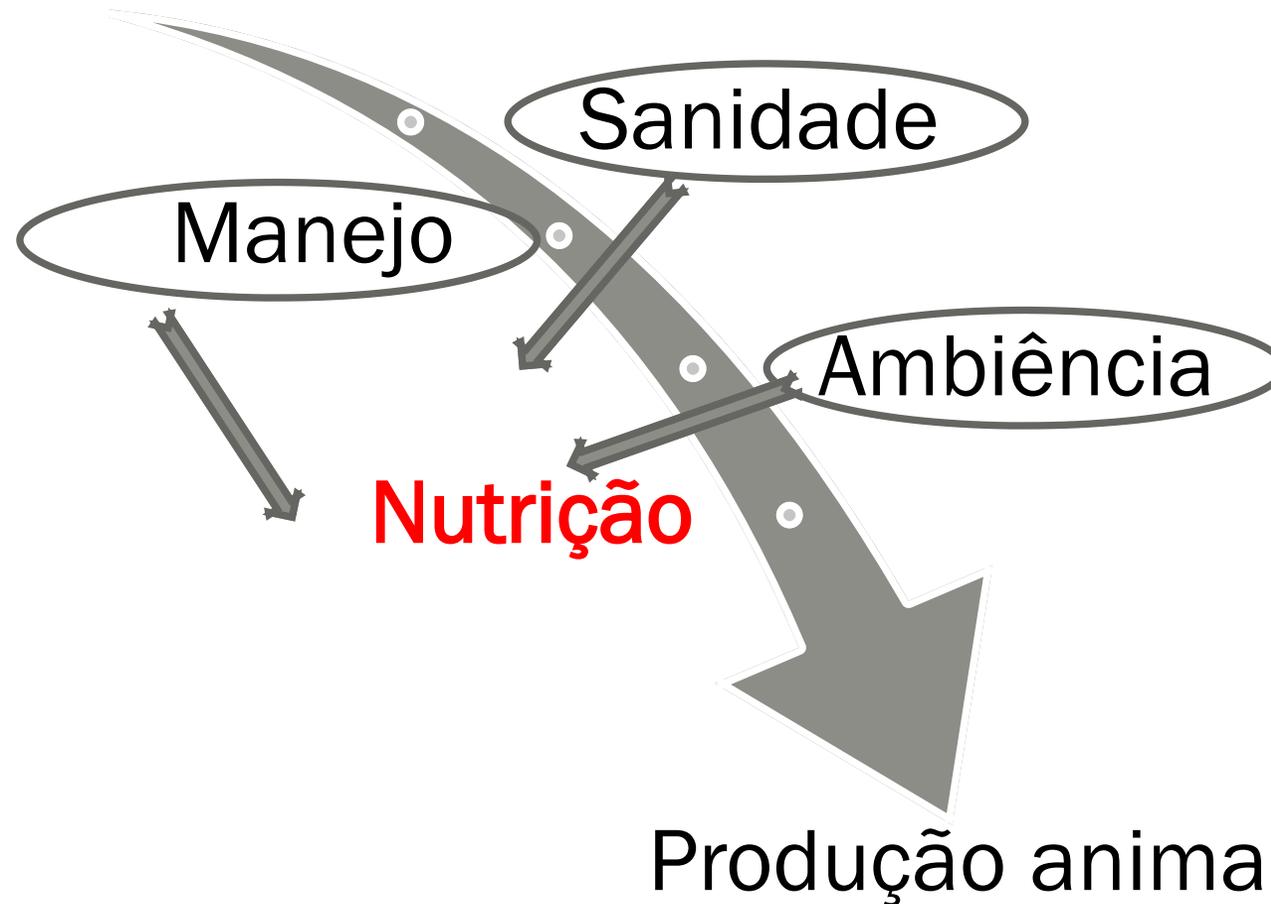


# Introdução

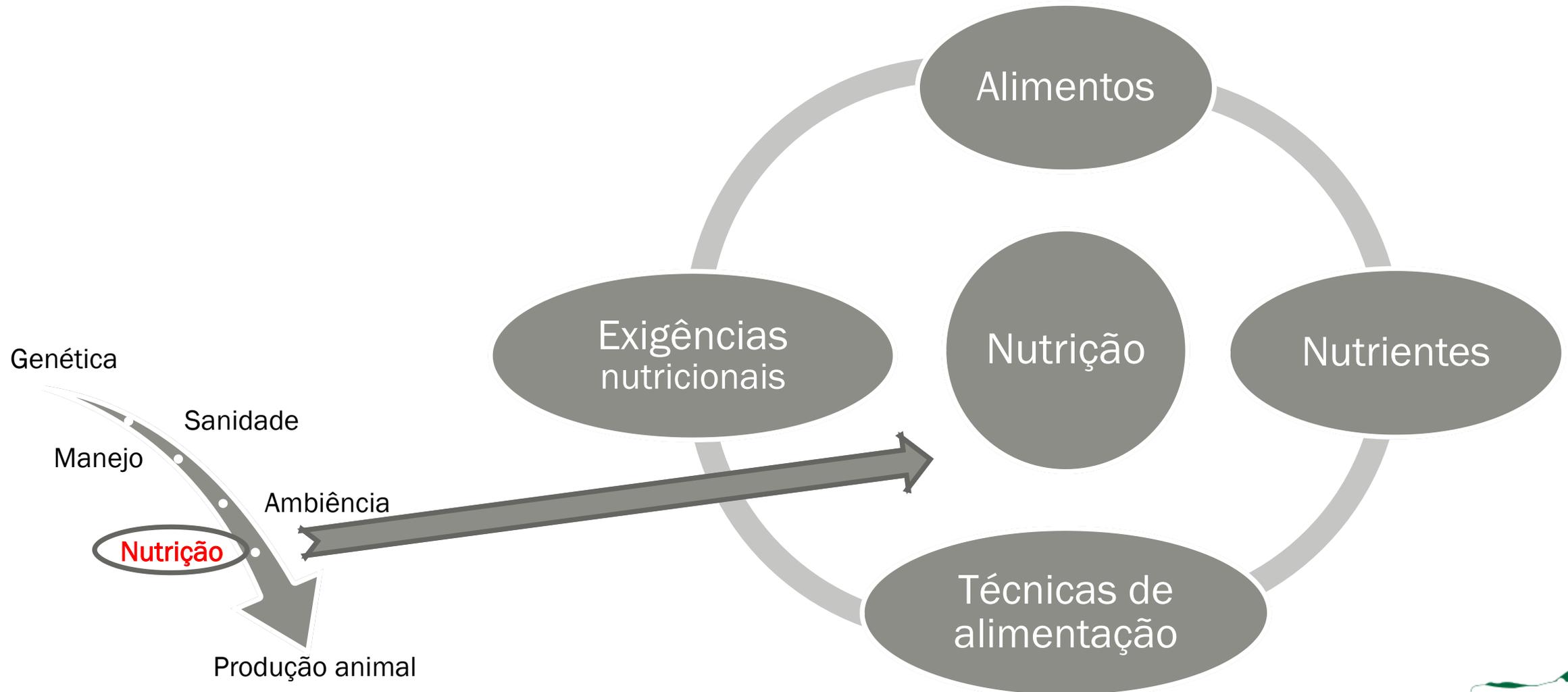
- Nutrição animal
- A série de processos pelos quais um organismo consome e assimila alimentos para promover o crescimento e substituição de tecidos desgastados ou feridos;
  - *Reações químicas e processos fisiológicos;*
  - *Ingestão, digestão e absorção;*
  - *Transporte e remoção.*

# Introdução

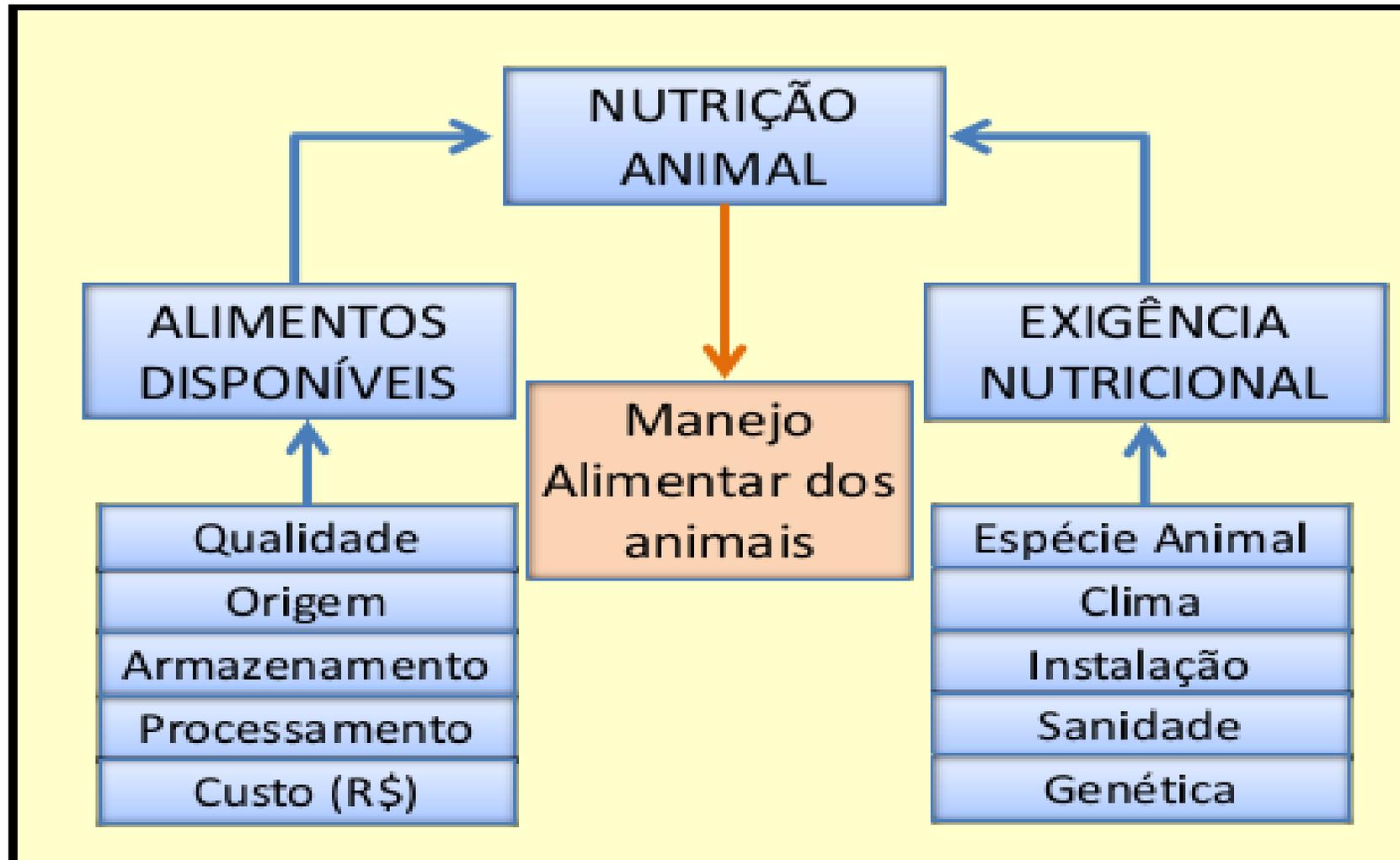
Genética



# Introdução

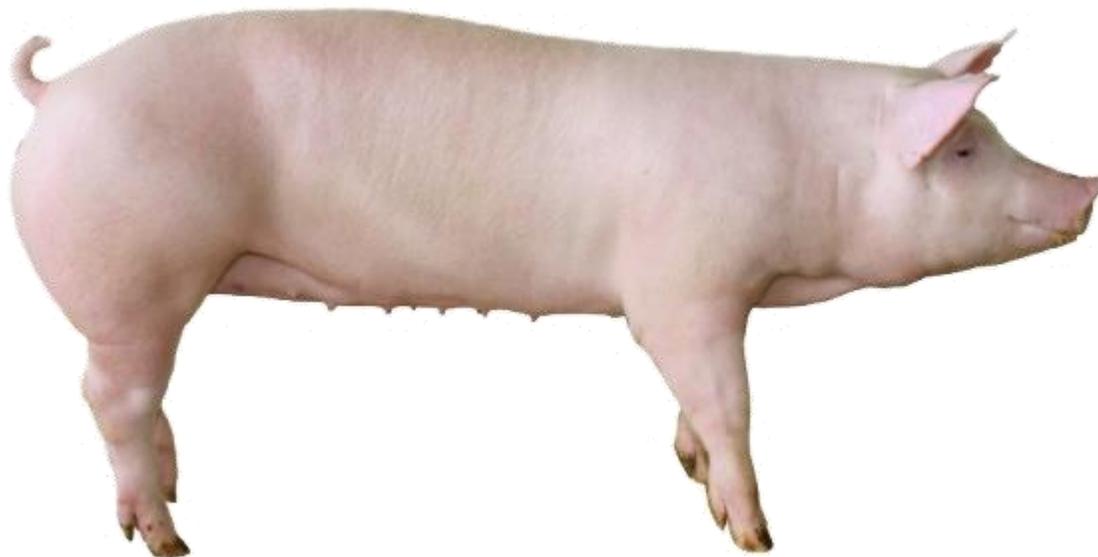


# Introdução



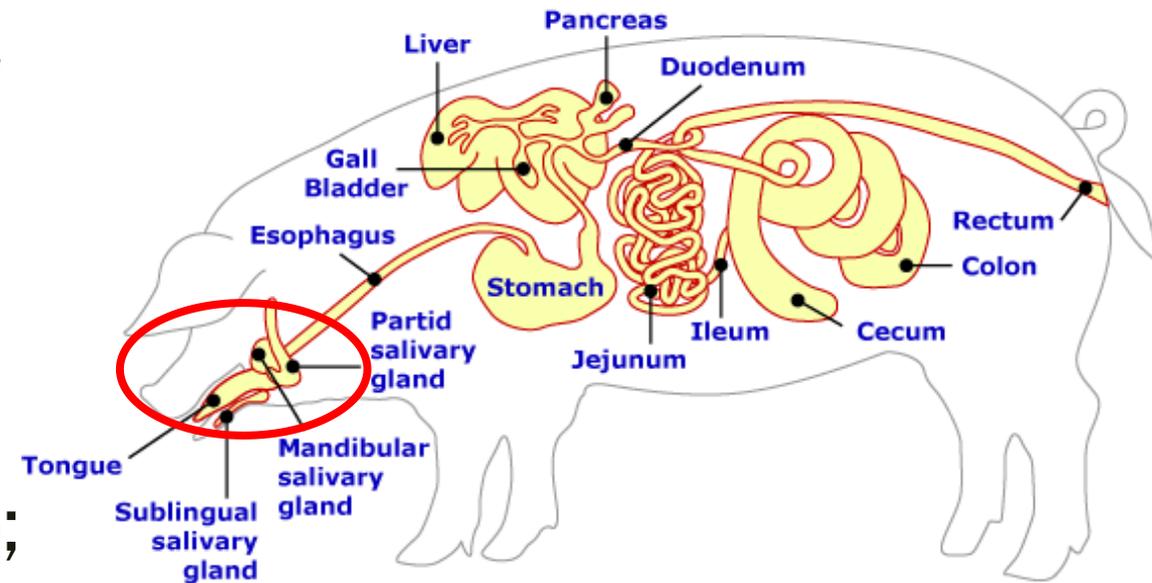
# Particularidades na fisiologia digestiva dos suínos

- Os suínos possuem menor capacidade de identificar os alimentos, mas possuem melhor senso gustativo.



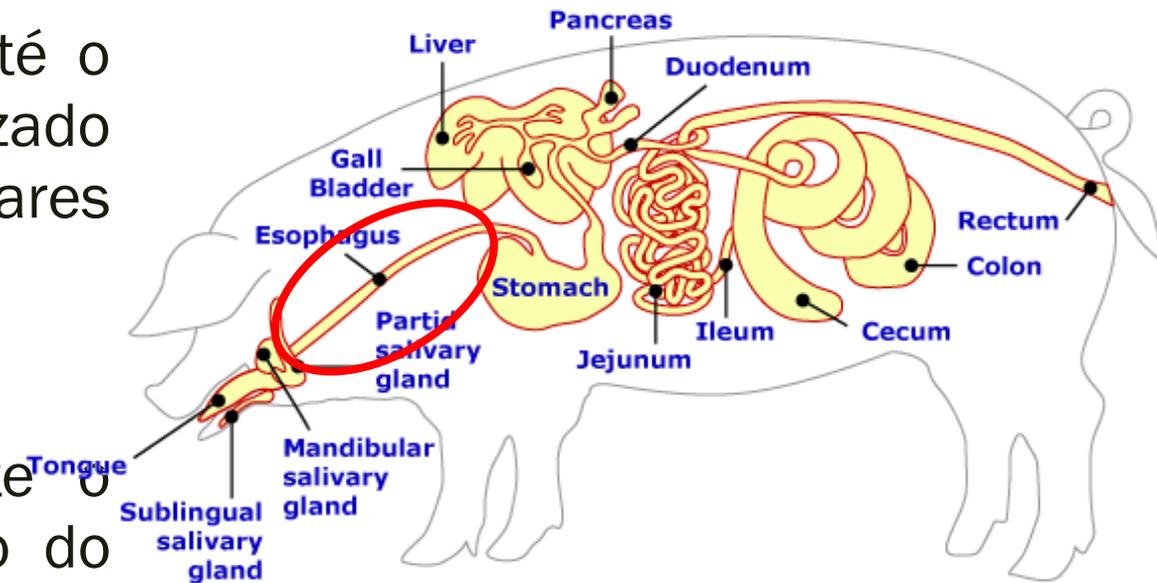
# Particularidades na fisiologia digestiva dos suínos

- Boca
  - Possui ação principalmente mecânica.
  - Língua - mistura e deglutição;
  - Papilas gustativas
    - $\pm 15.000$
- Dentes: Apreensão e mastigação;
- Glândulas salivares: secretam a saliva (amilase salivar – CHO's solúveis).



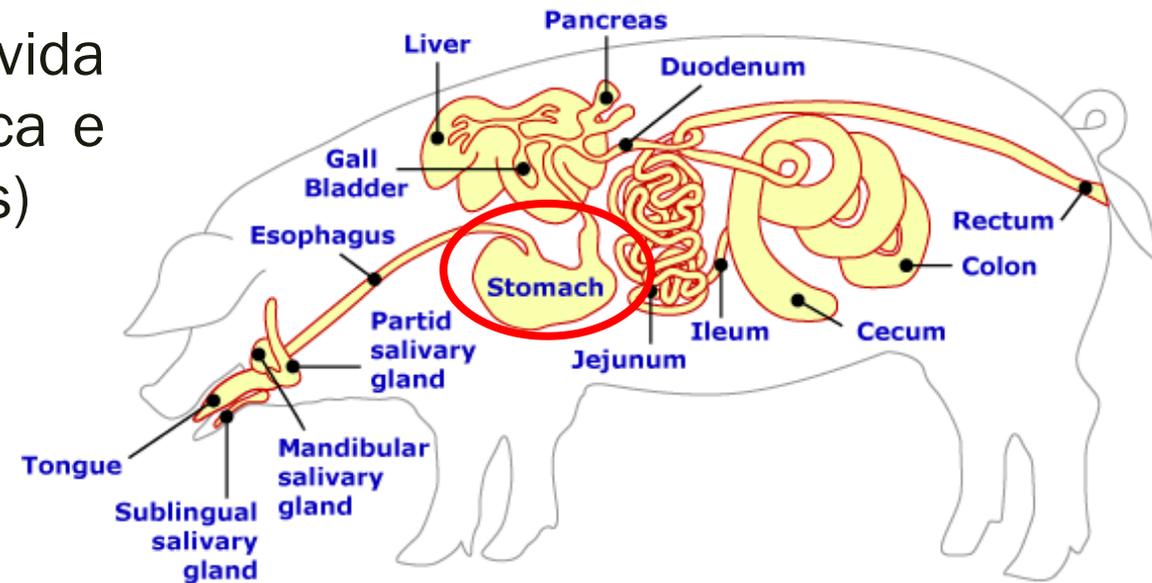
# Particularidades na fisiologia digestiva dos suínos

- Esôfago
- Transporta o alimento desde a boca até o estômago; o material ingerido é mobilizado por uma série de contrações musculares relacionadas com as ondas peristálticas.
- Entre o esôfago e o estômago existe o esfíncter cardial que impede o retorno do alimento do estômago para a boca (exceto em casos de vômito).



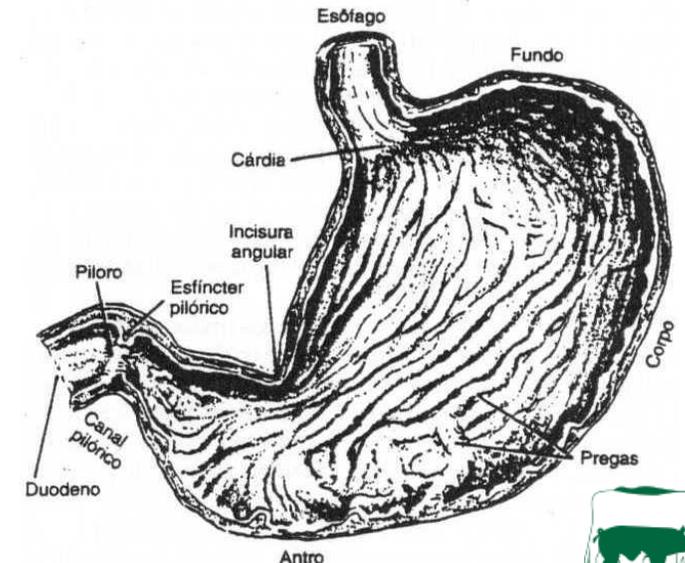
# Particularidades na fisiologia digestiva dos suínos

- Estomago;
- Órgão muscular digestivo oco
- Possui quatro regiões: esofágica (desprovida de glândulas secretoras), cárdica, fúndica e pilórica (providas de glândulas secretoras)
- Capacidade de 6 a 8 litros
- Presença de dobra no epitélio
- pH aproximadamente 2
- Secreção de HCl



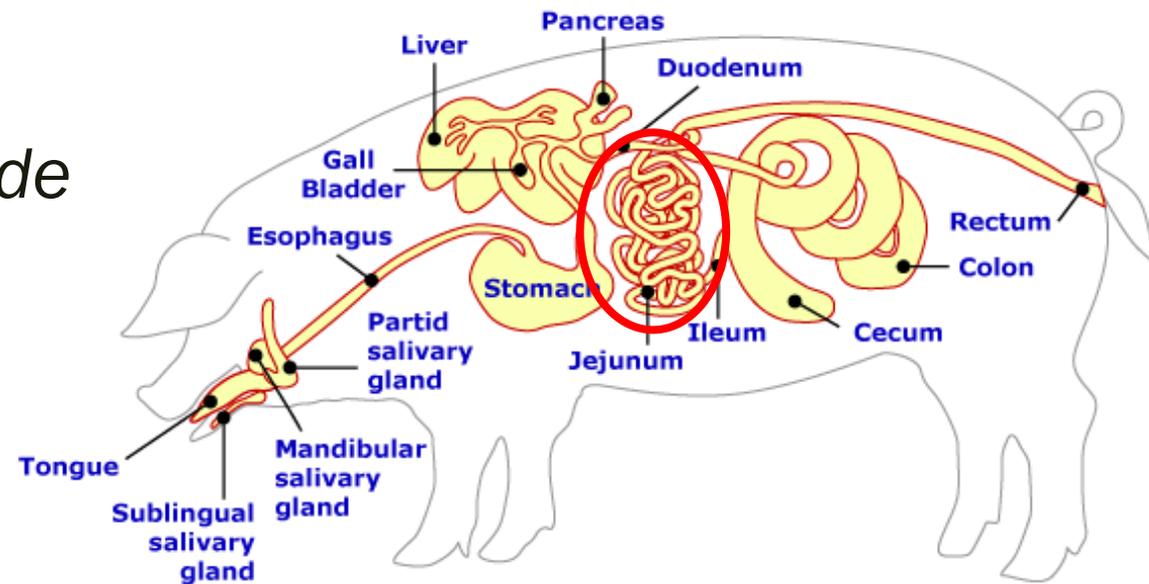
# Particularidades na fisiologia digestiva dos suínos

- Órgão muscular digestivo oco;
- Forma de pêra que tem quatro regiões: esofágica (desprovida de glândulas secretoras), cárdica, fúndica e pilórica (providas de glândulas secretoras);
- Secreção de HCl:
  - *Ativa o pepsinogênio => pepsina.*
  - *Ativa a renina => coagulação do leite.*



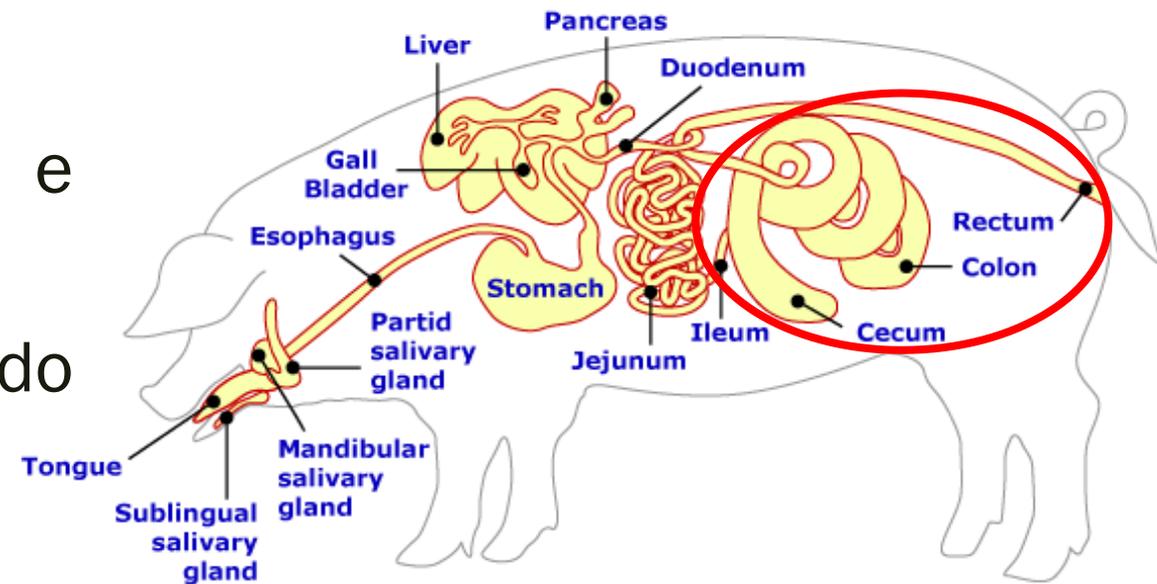
# Particularidades na fisiologia digestiva dos suínos

- Intestino delgado
- Dividido em: duodeno, jejuno e íleo
  - *Duodeno: ativo para digestão*
  - *Jejuno e íleo: absorção de nutrientes*
  - *Vilosidades*
- pH: próximo de 6 a 7
- Comprimento de 18 m,
  - *sendo 90% jejuno e 10% para duodeno e íleo*



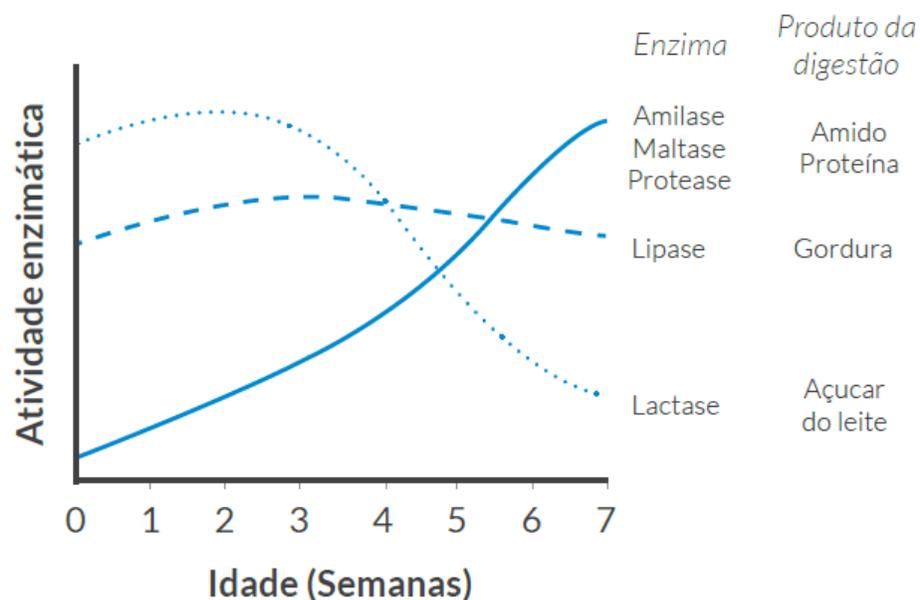
# Particularidades na fisiologia digestiva dos suínos

- Dividido em: ceco, cólon e reto
- Não há a presença de glândulas secretoras de enzimas
- Local de absorção de água e minerais
- Síntese de vitamina K e as do complexo B!

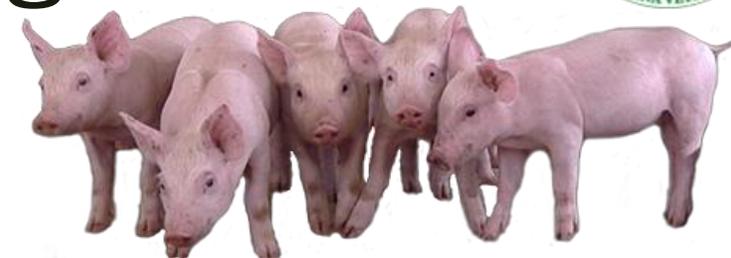


# Particularidades na fisiologia digestiva dos suínos

- Leitão
  - *Atividade enzimática nos recém-nascidos lactentes é diferente de animais adultos*
  - *Após o nascimento: o intestino é permeável a proteínas colostrais (anticorpos)*



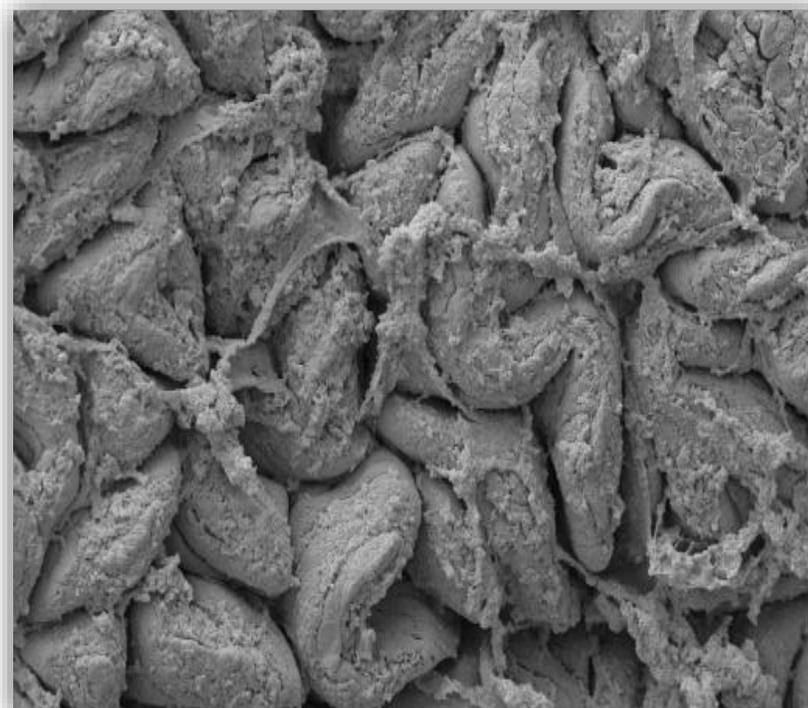
# Particularidades na fisiologia digestiva dos suínos



- Digestão do leite jovem
  - *Desmame: encurtamento das vilosidades e perda celular*

Pré desmame

5 dias pós desmame



Turnover celular

# Conceitos

- Alimento;
- Substância que, consumida por um indivíduo, é capaz de contribuir para assegurar o ciclo regular de sua vida e a sobrevivência da espécie a qual pertence, Jacquot (1960).
  - *Constituído de nutrientes;*
  - *Engloba várias substâncias;*
  - *Livre de elementos tóxicos;*
  - *Palatável.*

# Conceitos

- Constituintes dos alimentos:
  - Básicos ou Nutritivos
    - Água
    - Proteínas
    - Carboidratos
    - Óleos ou gorduras
    - Minerais
    - Vitaminas
  - Secundários
    - Enzimas
    - Ác. orgânicos
    - Compostos voláteis
    - Pigmentos
    - Pectinas
    - Subst. aromáticas

# Conceitos

- Nutriente
- É o componente do alimento, representando uma entidade química, que entra no metabolismo celular e concorre para manutenção da vida, Morisson (1959);
- Energia é nutriente?
- Nutrientes → carboidratos, aminoácidos, vitaminas e minerais
- Água?

# Conceitos



**Nutrientes**

# Conceitos

- Alimentação
- Forma de administrar os alimentos, podendo também ser o estudo da composição dos alimentos e os padrões de exigência nutricional, no sentido de alimentar os animais de forma econômica e nutritiva.

# Conceitos

- Atuação dos compostos químicos sobre as características nutritivas e sensoriais dos alimentos:

Característica	Responsável
1. Valor nutritivo	Proteínas, CHO´s, Gorduras, Minerais, vitaminas
2. Cor	Enzimas, pigmentos, processamento dos alimentos
3. Sabor	Ácidos orgânicos, açúcares, compostos fenólicos
4. Textura	Pectinas, gomas, proteínas

# Conceitos

- **Ração:**
  - *É a quantidade total de alimento fornecido e consumido por um animal em um período de 24 horas.*
- **Ração balanceada;**
  - *É a mistura de alimentos convenientemente equilibrada para fornecer todos os nutrientes exigidos pelos animais.*
- **Dieta;**
  - *É a mistura de ingredientes, incluindo água, ingerida pelos animais durante um dia.*

# Conceitos

- Ingrediente ou matéria-prima:
- É o componente ou constituinte de qualquer combinação ou mistura utilizado na alimentação animal, que tenha ou não valor nutricional, podendo ser de origem vegetal, animal, mineral, além de outras substâncias orgânicas e inorgânicas;

(Redação dada pelo(a) [Instrução Normativa 42/2010/MAPA](#) )

# Conceitos

- Aditivo:
- Substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios, atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano;

(Redação dada pelo(a) [Instrução Normativa 42/2010/MAPA](#) )

# Classificação dos alimentos

- Aditivos (MAPA);
- Aditivos tecnológicos
  - *Adsorventes, aglomerantes, antiaglomerantes, antioxidantes, antiumectantes, conservantes, emulsificantes, estabilizantes, espessantes, gelificantes, reguladores de acidez, umectantes*
- Aditivos sensoriais
  - *Corantes, pigmentantes, aromatizantes, palatilizantes*
- Aditivos nutricionais
  - *Vitaminas, oligoelementos, aminoácidos, ureia*
- Aditivos zotécnicos
  - *Enzimas, probióticos, prebióticos, acidificantes, melhoradores de desempenho*
- Anticoccidianos

# Conceitos

- Suplemento:
- É a mistura composta por ingredientes ou aditivos, podendo conter veículo ou excipiente, que deve ser fornecida diretamente aos animais para melhorar o balanço nutricional; quando se tratar de suplementos minerais destinados à alimentação de ruminantes, estes também poderão ser indicados para diluição;

(Redação dada pelo(a) [Instrução Normativa 42/2010/MAPA](#) )

# Conceitos

- Premix:
- É a pré-mistura de aditivos e veículo ou excipiente, que facilita a dispersão em grandes misturas, que não pode ser fornecida diretamente aos animais;

(Redação dada pelo(a) [Instrução Normativa 42/2010/MAPA](#) )

# Conceitos

- Núcleo:
- É a pré-mistura composta por aditivos e macrominerais contendo ou não veículo ou excipiente, que facilita a dispersão em grandes misturas, que não pode ser fornecido diretamente aos animais;

(Redação dada pelo(a) [Instrução Normativa 42/2010/MAPA](#) )

# Conceitos

- Concentrado:
- É a mistura composta por ingredientes ou aditivos que, quando associada a outros ingredientes, em proporções adequadas, constitui uma ração;

(Redação dada pelo(a) [Instrução Normativa 42/2010/MAPA](#) )

# Conceitos

- Exigência nutricional;
- Quantidade de cada nutriente, requerida por determinada espécie e categoria animal, para sua boa manutenção, produção e reprodução eficientes (NRC, 2012).



# Conceitos

- Coeficiente de digestibilidade;
  - *O coeficiente de digestibilidade (CD) é a proporção de nutriente consumido que na realidade está disponível para a absorção e utilização pelo organismo animal (Case et al., 1998).*
- Ex. Consumo, durante 15 dias

	MS	Proteína
Cons MS, kg	30,1	10,22
Excreção MS fecal, kg	8,7	2,56
Nutrientes dig	33,08	-
Coef. Digest. %	74,02	??

Cons. Prot. – excreção prot.: 10,22 – 2,56



# Conceitos

ENERGIA?! – Bomba calorimétrica?



# Conceitos

## Valor energético dos alimentos

- Energia Bruta (EB) – kcal/kg;
- Energia Digestível (ED) - kcal/kg;
- Energia Metabolizável (EM) - kcal/kg;
- Energia Líquida (EL) - kcal/kg;  
– *Mantença + produção;*

Energia desprendida da oxidação total de uma amostra.

$$ED = EB \text{ ingerida} - EB \text{ fezes.}$$

$$EM = ED - (EB \text{ da urina} + EB \text{ dos gases}).$$

$$EL = EM - \text{incremento calórico.}$$

# Conceitos

- Análise de alimentos
- Objetivo
  - *Conhecer a composição química*
  - *Verificar a identidade e pureza*
  - *Conhecimento das propriedades gerais (cor, odor...)*
  - *Dar ideia da digestibilidade dos nutrientes*

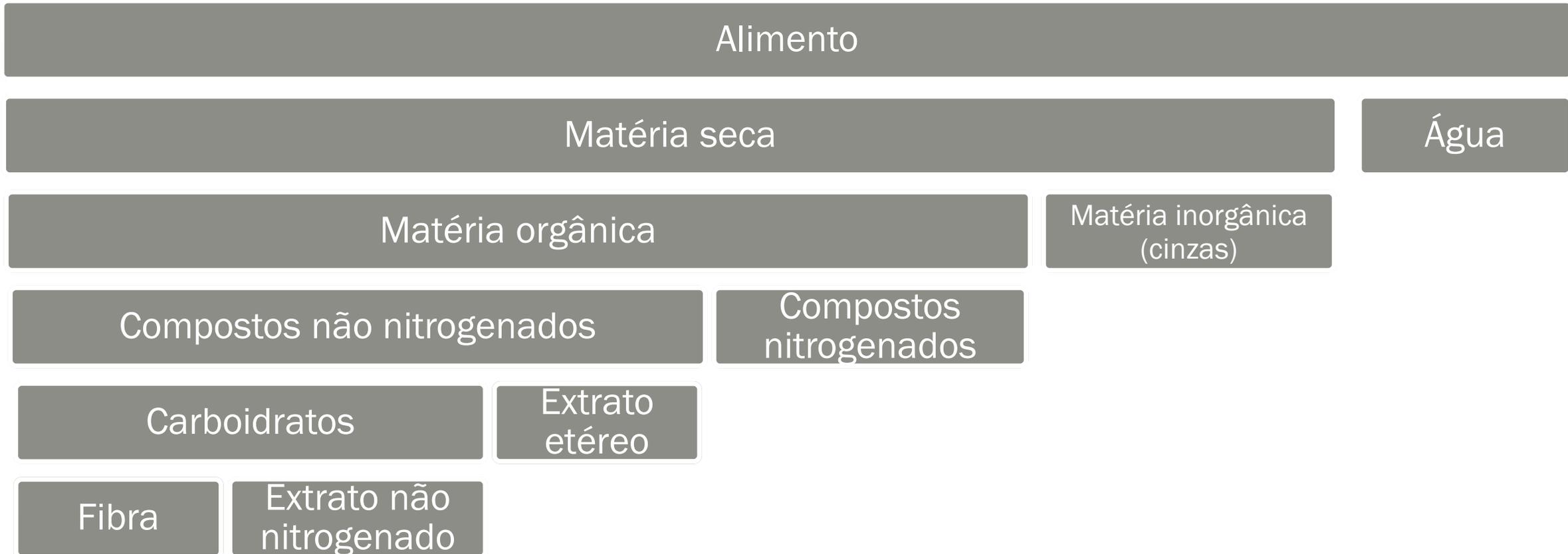


# Conceitos

- Métodos de avaliação dos alimentos
- Análises Bromatológicas comuns:
  - Método utilizado - Método de Weende, proposto por Henneberg em 1864 (Estação experimental de Weende na Alemanha);



# Conceitos - Weende

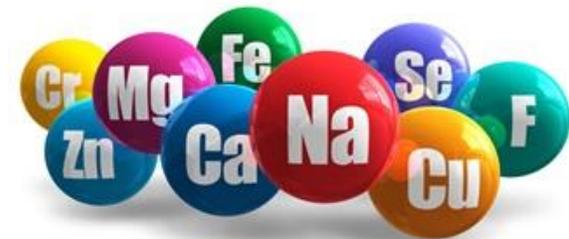


# Conceitos

- Método de Van Soest (Fibra)
- FB = celulose + lignina insolúvel em álcali;
- FDN = celulose, hemicelulose, lignina, proteína lignificada e sílica;
- FDA = celulose, lignina, nitrogênio lignificado, cinzas insolúveis em ácido e sílica.

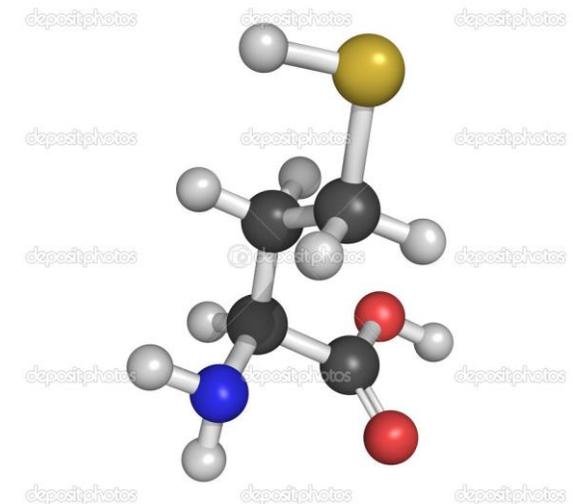
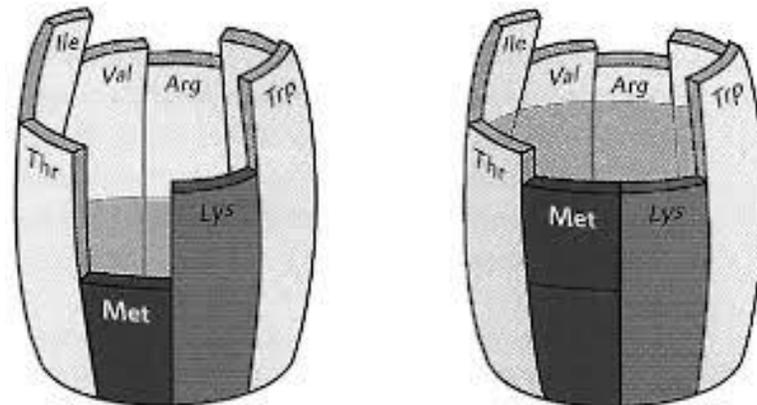
# Análises químicas dos alimentos

- Determinação de minerais
  - *A análise de minerais, tanto os macros como os micros, atualmente é realizada com grande precisão pela técnica de absorção atômica;*
- Determinação de vitaminas
  - *A análise de vitaminas é efetuada por espectrofotometria e por cromatografia.*
  - *As vitaminas A, D e E são expressas em unidades internacionais (UI), as demais em miligrama.*



# Análises químicas dos alimentos

- Determinação de aminoácidos
- Os aminoácidos são analisados quantitativamente por cromatografia (HPLC).
- Na análise é necessário hidrolisar as proteínas, o que é feito com hidrólise ácida ou hidrólise alcalina.





# Controle de qualidade dos ingredientes

- **Teste de Eber:** tem como objetivo identificar a presença de decomposição em produtos de origem animal, como farinha de carne, farinha de peixe, farinha de ossos, etc;
- **Reação de Kreis:** mede a rancidez hidrolítica das gorduras e avalia a presença de ácidos graxos livres nos alimentos;
- **Testes de peróxidos:** seu objetivo é verificar a formação de peróxidos, um indicativo da existência de rancidez oxidativa, que rompe os ácidos graxos nos pontos de dupla ligação;





# Controle de qualidade dos ingredientes

- **Teste de rancidez:** Aplicado a subprodutos de origem animal, alterações de cor e sabor de óleos e gorduras → ação oxidativa do ar;
- **Acidez:** Produtos e gorduras de origem animal e vegetal mede a presença de AGL (devido a hidrólise da gordura), ideal que a acidez neutralize no max 2 mg de NaOH/g de amostra;



# Controle de qualidade dos ingredientes

- **Índice de urease:** a urease é uma enzima que desdobra a ureia em  $\text{CO}_2$  + AMÔNIA e encontra-se presente em todas as sementes de leguminosas;
- **Solubilidade proteica em KOH 0,20%:** Avalia qualidade do processamento térmico e a quantidade de proteína disponível para o animal, quanto maior  $\rightarrow$  melhor ( $>80\%$ );
- **Teste de gossipol:** é usado para medir o teor de gossipol no farelo de algodão ou na semente. É considerado baixo o índice menor que  $0,04\%$ .

# Análise dos alimentos

- **NIRS (Near Infra Red System)**
- O espectrômetro NIR ("*Near Infrared Reflectance*") é um equipamento de alta precisão que efetua análises de alimentos usando o princípio de emissão e radiação eletromagnética.
- Existe a necessidade de se criar um banco de dados com diversas amostras de um mesmo tipo de ingrediente que tenham ampla variabilidade de seus componentes, montando o que chamamos de curva de predição

# Análise dos alimentos

## ➤ Parâmetros Químicos

- MS
- PB
- Fibra (FDN, FDA, Lignina, Celulose)
- Cinzas
- Minerais \*

## ➤ Parâmetros Biológicos

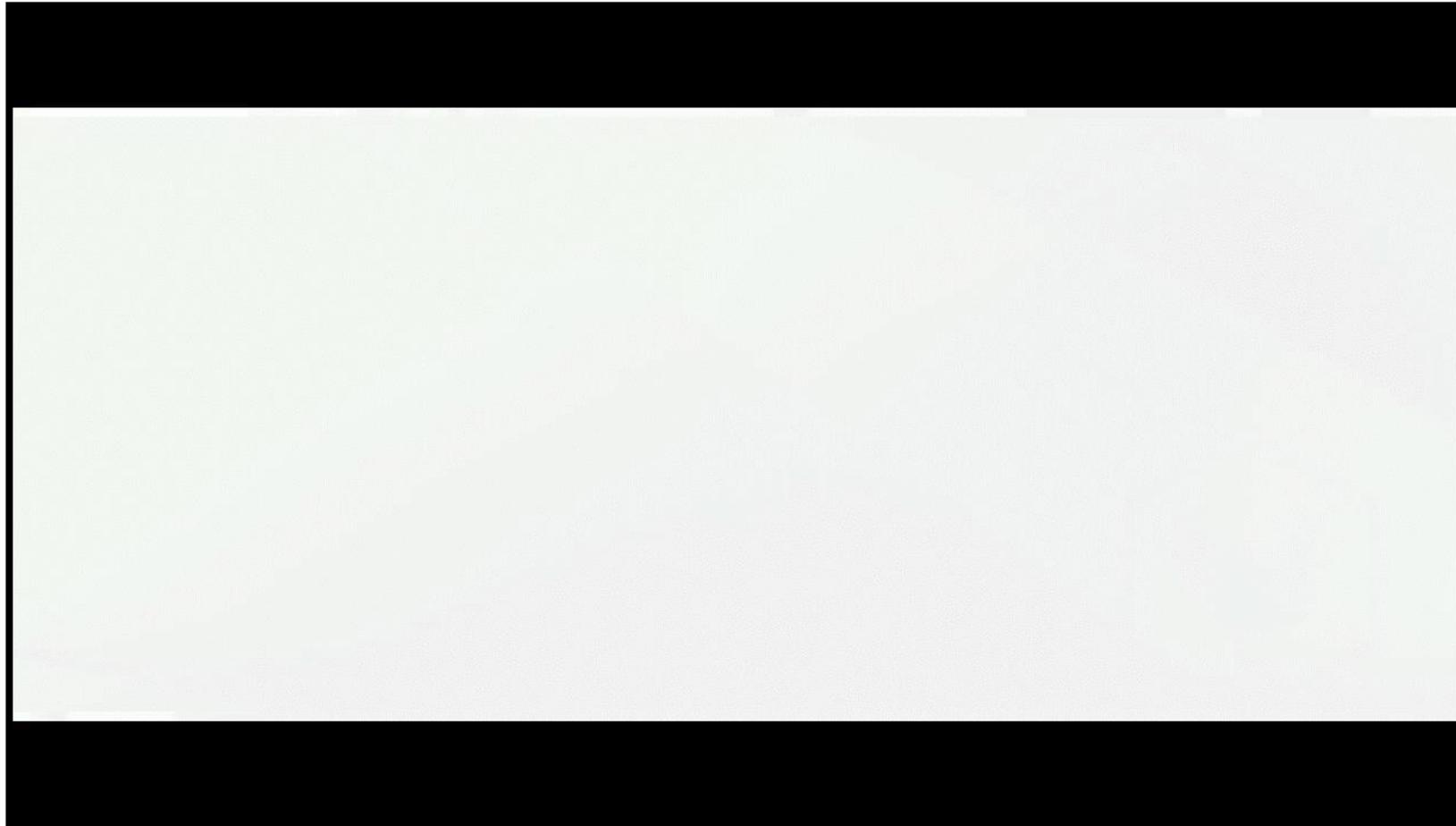
- Dig. *in vivo*
- Dig. Enzimática
- Dig. *in vitro*
- NDT
- Energia (EB, ED, EM, EL)

## ➤ Outras

- pH, ác.láctico, acético, amônia
- CHO solúveis
- AGV
- Fatores antinutricionais
- Aminoácidos
- Ácidos graxos



# Análise dos alimentos - NIRS



# Análise dos alimentos - NIRS

Uso da TECNOLOGIA  
***NIRS***

# Análise dos alimentos - NIRS



# Análise dos alimentos - NIRS



# Classificação dos alimentos

- Conhecer os alimentos;
- Produtividade (contaminações, processamentos, composição)
- CLASSIFICAÇÃO:
  - *Os alimentos são numerosos e com tantas propriedades, se torna indispensável agrupar os semelhantes, visando a sua utilização.*

# Classificação dos alimentos

- Várias propostas de classificação:
  - *Origem dos alimentos;*
  - *Preparo;*
  - *Complexidade;*
  - *Composição química;*
  - *Função no organismo;*
  - *Uso.*



# Classificação dos alimentos

- Conforme o “uso” foi o mais aceito e deu origem a classificação:
- Segundo o NRC e AAFCO
  - *A Associação Americana Oficial de Controle de Alimentos e o Conselho Nacional de Pesquisas dos EUA.*
  - *Desde 1963*



# Classificação dos alimentos

- NRC e AAFCO
  - (1) *Forragens secas e volumosas*
  - (2) *Pastos e forragens verde*
  - (3) *Ensilados*
  - (4) *Alimentos energéticos ou basais*
  - (5) *Suplementos proteicos*
  - (6) *Suplemento mineral*
  - (7) *Suplemento vitamínico*
  - (8) *Aditivos não nutrientes.*

# Classificação dos alimentos

- Adaptado de Morrison



# Classificação dos alimentos

- Volumosos
- BAIXO teor energético;
- Altos teores em fibra;
  - *Mais de 18% de fibra bruta;*
- Menos de 60% de NDT;
- Secos e úmidos;
- Base da alimentação dos herbívoros
  - *Pastagens;*
  - *Fenos*
  - *Capineiras*
  - *Silagens*



# Classificação dos alimentos

- Concentrado
- Alto teor de energia;
- Menos de 18% de FB;
- Mais de 60% em NDT;
- Divididos em:
  - *Energético* → < de 20% de PB;
  - *Proteico* → > de 20% de PB;



# Fatores antinutricionais

- O termo “**fator antinutricional**” tem sido usado para descrever compostos ou classes de compostos presentes numa extensa variedade de alimentos de **origem vegetal**, que quando **consumidos**, **reduzem o valor nutritivo** desses alimentos. Eles **interferem na digestibilidade**, **absorção** ou **utilização de nutrientes** e, se ingeridos em altas concentrações, podem acarretar **efeitos danosos à saúde**.

# Fatores antinutricionais

- Os fatores antinutricionais são de natureza química ou estrutural, podendo ser determinados em análises anatômicas e histoquímicas com facilidade.

## Estruturais

- Arquitetura tissular
- Células lignificadas
- Sílica

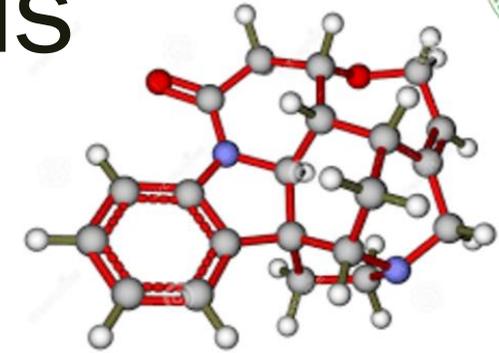
## Químicos

- Alcalóides
- Compostos fenólicos
- Substâncias terpênicas

# Fatores antinutricionais

- Os fatores antinutricionais de acordo com Matches et al. (1973), podem ser **compostos secundários** ou **alelopáticos**, que **protegem** as plantas de **ataques** de **patógenos** e **herbívoros**, além de **inibir** a **atividade fisiológica** do animal;
- Melhoramento das plantas;
  - *Resistência a pragas;*
  - *Qualidade nutricional;*

# Fatores antinutricionais



- Alcalóides
- O termo alcalóides é utilizado para designar compostos nitrogenados que apresentam nitrogênio ligado a anéis heterocíclicos, (Barnes & Gustine, 1973);
- De acordo com Van Soest (1994), o alcalóides causam toxicidade para os animais quando presentes em forrageiras.
  - *Reduzem a palatabilidade das forrageiras;*
  - *Reduz ingestão;*

# Fatores antinutricionais

- Alcalóides

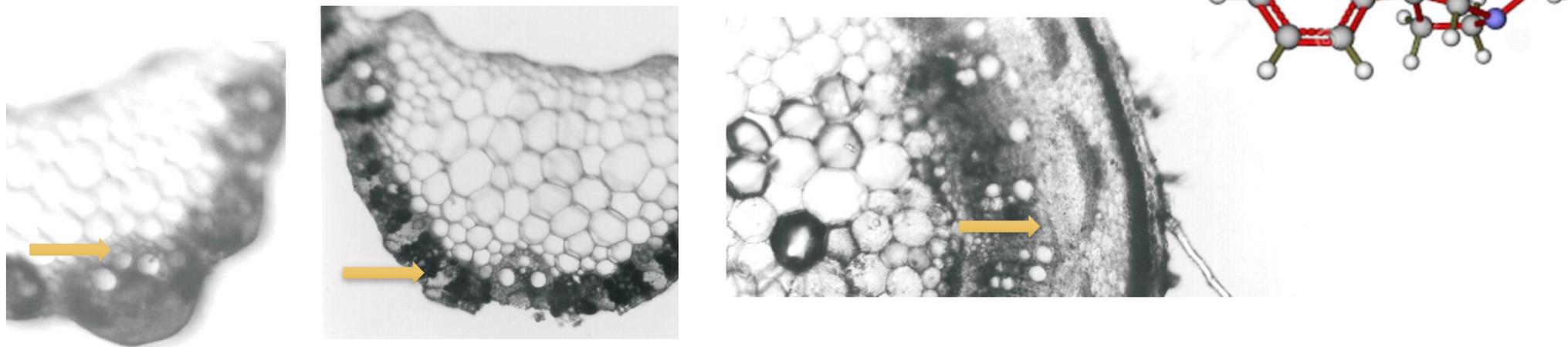
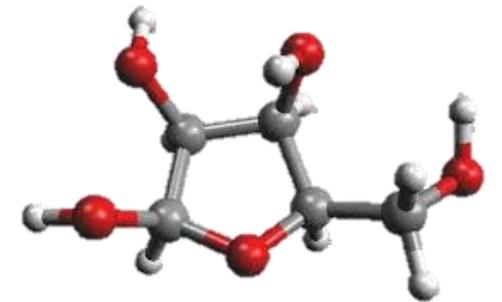


Fig. 1. Alcalóides (setas) identificados, por meio do teste histoquímico com Reagente de Wagner, em xilema e esclerênquima de folhas de *Brachiaria* (A) e *Panicum* (B), e em caule de *Stylosanthes capitata* (C).

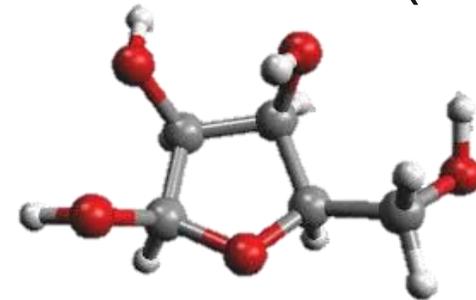
# Fatores antinutricionais

- Composto fenólicos;
- Os fenóis, ou compostos fenólicos, compreendem os compostos químicos com grupo fenol agrupado a uma hidroxila funcional, servindo como defesa química contra patógenos e herbívoros (Taiz & Zeiger, 2004).



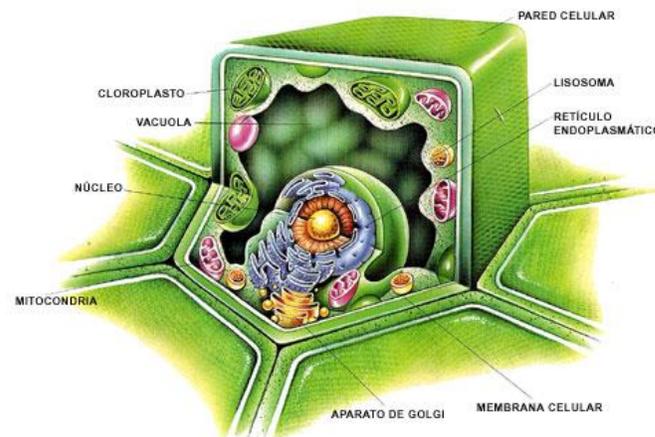
# Fatores antinutricionais

- Composto fenólicos;
- São os principais compostos secundários encontrados nas plantas e podem ser classificados como monômeros, lignina, taninos condensados e hidrolisáveis e flavonoides (Barry et al., 2001);
- Existe grande variação química entre os compostos fenólicos, porém os mais importantes para estudos de fatores de antiqualidade são a lignina e o tanino (Taiz & Zeiger, 2004).



# Fatores antinutricionais

- Composto fenólicos;
- Em geral, a lignina, formada por precursores fenólicos, que, ao se ligar quimicamente com os carboidratos da parede celular, se constitui no principal obstáculo à digestão da fibra (Jung et al., 1997).



# Fatores antinutricionais

- Composto fenólicos;
- A lignina tem função duplicada contra herbivoria
  - *Quimicamente como bloqueio enzimático;*
  - *Fisicamente: rigidez à parede celular. É uma macromolécula formada por polímeros ramificados de fenilpropanóides (Taiz & Zeiger, 2004).*
- Conforme Van Soest (1994), a lignina é o fator isolado mais limitante da digestibilidade de uma forragem

# Fatores antinutricionais

- Composto fenólicos;
- **Taninos** formam facilmente pontes de hidrogênio com proteínas salivares prejudicando a palatabilidade;
- Reduzem a digestibilidade de proteína, carboidratos e minerais;
- Diminuem a atividade de enzimas digestivas;
- Pode causar danos à mucosa do sistema digestivo:



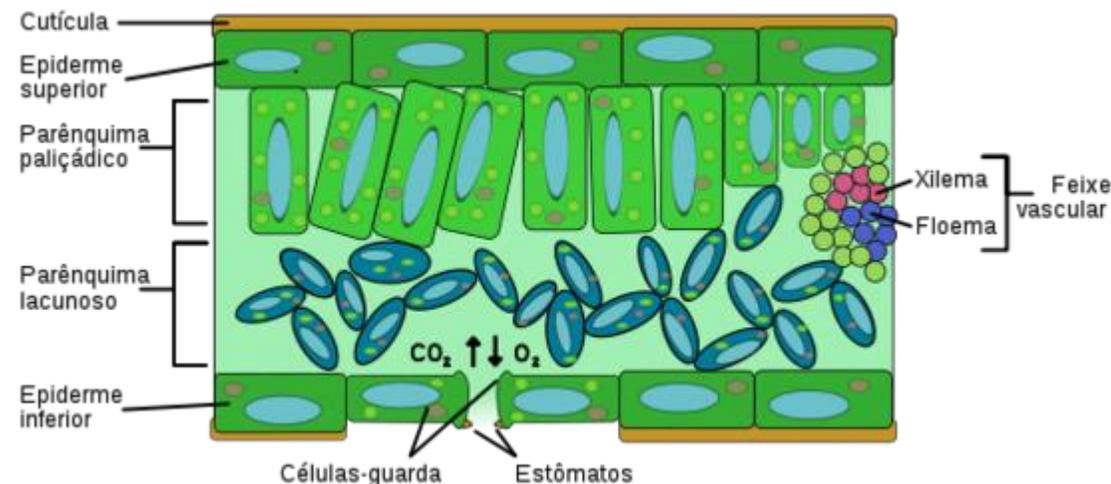
# Fatores antinutricionais

- Taninos
- Principalmente no sorgo (qualquer substância fenólica com PM = 500 a 3.000);
- < teor de energia da ração e digestibilidade da proteína porque complexa c/ proteínas e carboidratos tornando-os insolúveis;
- Sabor adstringente;
- Desintoxicação: Fornecer doadores metílicos (Met ou colina);
- Não é destruído pelo calor;



# Fatores antinutricionais

- Cutina e suberina
- A cutina é uma macromolécula lipídica, formada por longa cadeia de ácidos graxos, que está presente na composição da cutícula da planta em conjunto com ceras, formando uma barreira hidrofóbica (Taiz & Zeiger, 2004).



# Fatores antinutricionais

- Cutina e suberina;
- A **cutina** é um composto indigesto e a cutícula é uma barreira física aos organismos do TGI, prejudicando a digestão dos tecidos;
- A **suberina** é um composto formado por lipídios e está presente na periderme de plantas arbóreas, em áreas de abscisão foliar e injúrias provocadas por patógenos e herbívoros;

# Fatores antinutricionais

- Esteróides, saponinas e terpenóides
- O grupo dos terpenóides é um dos principais fatores antinutricionais das forrageiras são formados pela condensação de três unidades de acetato, formando o ácido mevalônico e convertendo-se em um composto de cinco carbonos, o isopreno;
- Van Soest (1994) afirma que os terpenóides, na sua maioria, são voláteis e componentes de óleos essenciais, incluindo-se nessa classe as saponinas e os esteroides;

# Fatores antinutricionais

- Esteróides, saponinas e terpenóides
- As saponinas, ou lactonas sesquiterpênicas (Taiz & Zeiger, 2004), causam **hemólise** em **hemácias** nos **mamíferos herbívoros**, além de **inibir o crescimento** e a **atividade dos microorganismos** do rúmen.
- Hanson et al. (1973) afirmam que algumas saponinas **causam aborto e morte fetal** em **ruminantes** e **monogástricos**.

# Fatores antinutricionais

- Oxalatos;
- O oxalato está presente em tecidos vegetais como uma combinação de fontes solúveis de oxalato de sódio e oxalato de potássio, bem como sais insolúveis de oxalato, tais como: oxalato de cálcio e de magnésio, sendo os oxalatos solúveis mais biodisponíveis;
- A elevada quantidade de **oxalato** na **urina** aumenta o **risco** da formação de **cálculos** de oxalato de cálcio nos **rins**, pois o oxalato de cálcio é pouco solúvel na urina , podendo também causar **irritações** na **mucosa intestinal**.

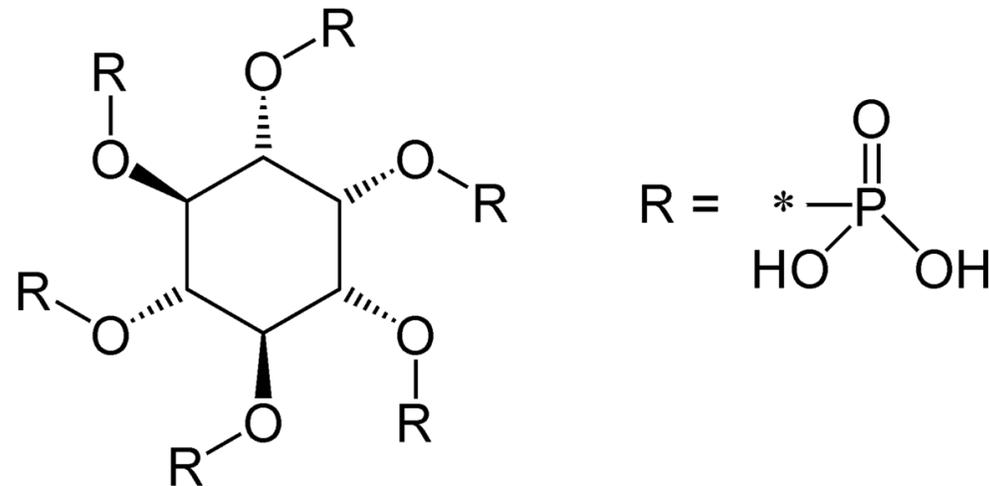


# Fatores antinutricionais

- Fitatos
- Os fitatos são derivados do ácido fítico ou ácido hexafosfórico mioinositol, com habilidade de formar quelantes com íons divalentes e proteínas;
- Complexa-se com metais (Cu>Zn>Co>Mn>Fe>Ca em pH 7,4);
- 60 a 80% do conteúdo de fósforo do germe e farelo de trigo estão na forma de fitato;

# Fatores antinutricionais

- Fitatos
- Prejudica em até 35% a absorção de Ca em suínos;
- Inibição de enzimas digestivas como a pepsina, lipase e a  $\alpha$ -amilase



# Fatores antinutricionais

- Inibidores de proteases
- Presentes em algumas leguminosas: soja, guandu, feijão,...
- São substâncias associadas ao mecanismo de proteção das plantas, predominam nos cotilédones;
- Provocam hipertrofia do pâncreas por causa da inativação das enzimas do suco pancreático (> atividade secretória);

# Fatores antinutricionais

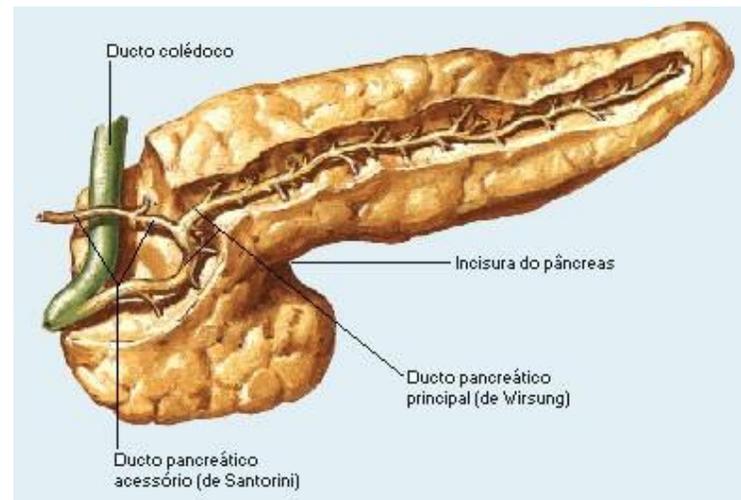
- Inibidores de proteases da soja;
- Inibidor de tripsina *Kunitz* e inibidor de tripsina e quimiotripsina *Bowman-Birk*;
- Inibição das enzimas proteolíticas ;
  - *Reduzem a digestão proteica de alimentos;*
  - *Diminuição no desempenho;*

# Fatores antinutricionais

- Alergênicos da soja;
- **Glicinina e  $\beta$ -conglucina** (proteína)
- Leitões e bezerros (alimentados com F. de soja);
- Respostas alérgicas
  - *Danos ao epitélio intestinal;*
  - *Diminui tempo de passagem;*
  - *Diarréia*
  - *Desconforto respiratório;*
  - *Choque anafilático.*

# Fatores antinutricionais

- Inibidores de alfa-amilase
- Presentes no amendoim, sorgo, trigo, milho e triticales;
- Monogástricos: hipertrofia pancreática, > produção de amilases e < utilização do amido.



# Fatores antinutricionais

- Hemaglutininas
- Presentes nas leguminosas (mamona - ricina, soja - hemaglutinina HG, feijão - lecitina II) – Representam 2 a 10% da PB;
- Complexam-se aos açúcares < absorção e aglutinação dos eritrócitos;
- Requerem tratamentos fortes para inativação (p.ex. alta temp.);
- < absorção de gli, aa's, vit's e N e provocam alterações nas vilosidades.

# Fatores antinutricionais

- Glicosídeos
- Presentes na soja e alfafa;
- Possuem gosto amargo, provocam formação de espuma e hemólise das hemácias;
- Alfafa – saponinas: < crescimento;
- Em ruminantes: inibição enzimática da respiração celular.

# Fatores antinutricionais

- Lectinas;
- Impedem a digestão;
  - *Ligação às células da mucosa intestinal;*
  - *Inibem a alfa-amilase*
- Podem ser absorvidos → danos celulares;

# Fatores antinutricionais

- Isoflavona;
- Compostos polifenólicos;
- Genisteína e daidzeína (soja) e formononetina e coumestans (trevo);
- Podem ter um efeito estrogênico em animais;
  - *Efeitos adversos sobre a reprodução;*

# Fatores antinutricionais

- Gossipol
- Complexo fenólico e pigmento;
  - *Substância promove proteção contra insetos;*
- Grande capacidade quelante (produz complexo estável) com Fe → anemia;
- Adição de  $\text{Ca(OH)}_2$  (1-2 x  $\text{Ca(OH)}_2$ /gossipol): < capacidade quelante → complexos menos estáveis → peroxidação de lipídeos;

# Fatores antinutricionais

- Gossipol
- Principal via de excreção: Bile;
- < V.B. da dieta porque < disponibilidade da Lis e digestibilidade da proteína;
- < eclodibilidade dos ovos;
- Infertilidade em touros;
  - *Espermatozoides anormais;*
  - < *Testosterona plasmático;*
  - < *Libido;*

# Fatores antinutricionais

- Bociogênicos
- Presente na colza, amendoim e soja (nos farelos não porque são aquecidos);
- Efeitos goitrogênicos, > tamanho da tireóide (bócio - associado à deficiência de iodo), inibição da ligação orgânica do iodo (< concentração de iodo na tireóide), perda excessiva de tiroxina pelo TGI e redução da síntese tireoidiana;
- Poedeiras: hemorragia hepática (ovos c/ manchas de sangue);

# Fatores antinutricionais

- Antivitaminas
- São compostos que reduzem o efeito das vitaminas:
- Avidina (ovo) → inibe biotina;
- Antivit. D → < absorção de Ca;
- Fitato → < absorção de Zn, Mn, Cu e algumas vit's;
- Dicomerol → < absorção de vit K (> hemorragias).

# Fatores antinutricionais

- Antivitaminas
- Farelo de soja → atividade da urease deve estar entre 0,05 e 0,2 → indica se o processamento foi adequado p/ inativar os fatores antinutricionais, mas não prejudicou a digestibilidade e VB da proteína;
- P/ monogástricos: usar entre 89-90% de digestibilidade, abaixo de 80% usar só p/ ruminantes.

# Fatores antinutricionais

- Ácido Clorogênico
- Presente principalmente na semente de girassol;
- Induz aparecimento de coloração estranha nas cascas dos ovos;
- Diminui o consumo e ganho de peso;

# Fatores antinutricionais

- Ácidos Tânico, Prússico, Erúcico e Glicosinolatos, cianídrico
- Semente de colza (canola), → máx. 20% p/ ração de bovinos. e máx. 5-10% p/ monogástricos;
- Mandioca → variedades mansas contém até 0,005% de ácido cianídrico; variedades bravas até 0,02 - 0,03% => usa-las só como raspa.
  - *Inibe grande número de enzimas, particularmente a oxidase terminal (cadeia respiratória) → morte ou efeitos neurológicos crônicos e inibição da penetração de iodo na glândula tireóide.*

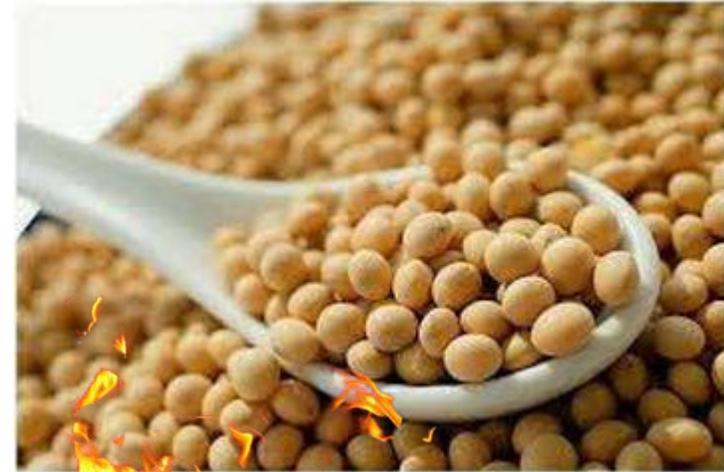
# Fatores antinutricionais

- Métodos de controle;
- Irradiação gama → diminuição significativa efeitos;
  - *Glucosinolatos;*
  - *Inibidores de protease;*
  - *Inibidores da alfa-amilase;*
  - *Oligossacarídeos;*
  - *Tanino;*



# Fatores antinutricionais

- Métodos de controle;
- Deixar de molho (12 horas);
  - *Água;*
  - *Solução de NaCl;*
- Tratamento pelo calor;
  - *Calor úmido;*
  - *Tostagem;*
  - *Cozinhar;*
- Microondas;



# Fatores antinutricionais

- Métodos de controle;
- Tratamento químico;
- Descasque;
- Germinação;



# Micotoxinas

- São **substâncias tóxicas** resultantes do **metabolismo secundário** de diversas cepas de **fungos** filamentosos. Estes se desenvolvem naturalmente em frutas, sementes, cereais e subprodutos que são muito utilizados na alimentação humana e animal, sendo que mas de quatrocentas toxinas são conhecidas.

# Micotoxinas

- A grande maioria das micotoxicoses apresentam **características** essencialmente **sub-clínicas**;
- Diminuição do **desempenho produtivo** dos **animais**, incluindo **redução** da **ingestão** de **alimentos**, do **ganho** de **peso**, **conversão alimentar** e produção de ovos por poedeiras, **hipogalactia** em matrizes suínas, aumento da incidência de enfermidades no plantel, **falhas vacinais** e **diminuição da fertilidade**;
- O **aspecto clínico** dos **animais** geralmente é relacionados ao mau desenvolvimento, como animais **magros**, **pelos secos** e sem brilho, **mucosas** e **cristas pálidas**, podendo ou não apresentar diferentes graus de **diarreia** e lote de animais **desuniformes**.

**TABELA 1 – PRINCIPAIS MICOTOXINAS COM SEUS RESPECTIVOS FUNGOS PRODUTORES, SUBSTRATOS E EFEITOS NO HOMEM E NOS ANIMAIS**



<b>Principais substratos</b>	<b>Principais fungos produtores</b>	<b>Principal toxina</b>	<b>Efeitos</b>
Amendoim e milho.	<i>Aspergillus flavus</i> e <i>Aspergillus parasiticus</i>	Aflatoxina B1	Hepatotóxica, nefrotóxica e carcinogênica.
Trigo, aveia, cevada, milho e arroz.	<i>Penicillium citrinum</i>	Citrinina	Nefrotóxica para suínos
Centeio e grãos em geral.	<i>Claviceps purpurea</i>	Ergotamina	Gangrena de extremidades ou convulsões
Milho	<i>Fusarium verticillioides</i>	Fumonisinias	Câncer de esôfago
Cevada, café e vinho.	<i>Aspergillus ochraceus</i> e <i>Aspergillus carbonarius</i>	Ocratoxina	Hepatotóxica, nefrotóxica e carcinogênica.
Frutas e sucos de frutas	<i>Penicillium expansum</i> e <i>Penicillium griseofulvum</i>	Patulina	Toxicidade vagamente estabelecida
Milho, cevada, aveia, trigo e centeio.	<i>Fusarium sp</i> , <i>Myrothecium sp</i> , <i>Stachybotrys sp</i> e <i>Trichothecium sp</i>	Tricotecenos: T2, neosolaniol, fusanona x, nivalenol, deoxivalenol.	Hemorragias, vômitos e dermatites.
Cereais	<i>Fusarium graminearum</i>	Zearalenona	Baixa toxicidade; síndrome de masculinização e feminização em suínos





# Dúvidas



## Obrigado pela atenção!

Cesar Augusto Pospissil Garbosa

E-mail: [cgarbossa@usp.br](mailto:cgarbossa@usp.br)

