

ANTINUTRICIONAIS

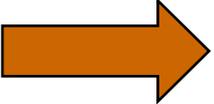


ANTINUTRICIONAIS

□ Definição

- Toda substância sintetizada pelo metabolismo normal da espécie da qual o alimento originou-se;
- provoca diminuição na eficiência da dieta;
- Não engloba os produtos artificiais.

ANTINUTRICIONAIS

- Natureza química  variada
- Forma nativa  maior atividade
- Calor e outros processamentos pode minimizar ou eliminar a ação
- Atualmente ação benéfica tem sido descrita



ANTINUTRICIONAIS

- Ação por diferentes mecanismos
 - Inativação de nutrientes
 - Diminuição da digestibilidade
 - Diminuição da utilização metabólica



ANTINUTRICIONAIS

- As substâncias podem ter ação:
 - Tóxica
 - Antinutricional
 - Antioxidante

ALGUNS EFEITOS BENÉFICOS

- ❑ Polifenóis- antioxidantes- doenças cardiovasculares e câncer
- ❑ Catequinas (taninos) – antioxidantes – inibem a formação de placas que podem levar a aterosclerose
- ❑ Ácido fenólico – aumenta atividade enzimática, favorecendo a absorção de nutrientes e inibe nitrosaminas

ALGUNS EFEITOS BENÉFICOS

- Ácido fítico
- Prevenção de doenças cardiovasculares
 - Efeito hipocolesterolêmico
 - Antioxidante – similar vitamina C
- Prevenção de câncer de intestino grosso
 - Efeito quelante de ferro
 - Ferro-radicais livres

LEGUMINOSAS



Fitatos

Inibidores de enzimas digestivas

Taninos

Lectinas

ANTINUTRICIONAIS

□ Aquecimento

■ Úmido

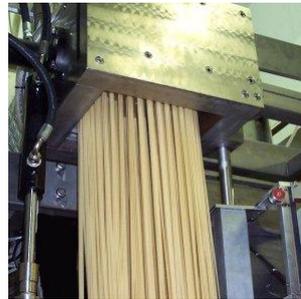


■ Seco



INATIVAÇÃO

□ Extrusão



□ Germinação



□ Fermentação



ANTINUTRICIONAIS

- Substâncias que prejudicam a digestibilidade ou utilização metabólica das proteínas
 - Inibidores de enzimas digestivas
 - Lectinas
 - Saponinas
 - Compostos fenólicos

ANTINUTRICIONAIS

- Substâncias que reduzem a solubilidade ou interferem com a utilização de elementos minerais
 - Ácido fítico
 - Ácido oxálico
 - Glicosinolatos
 - Gossipol

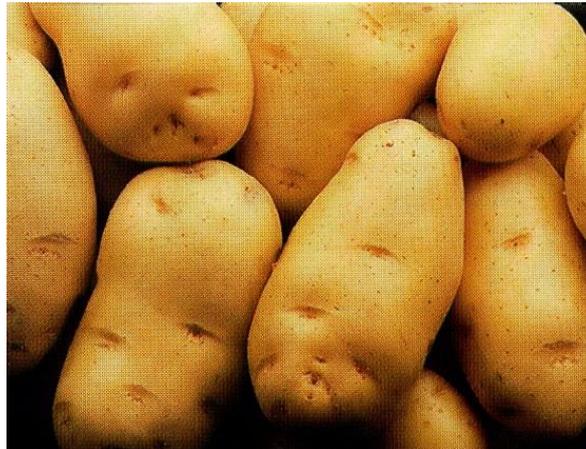
ANTINUTRICIONAIS

- Substâncias que inativam ou aumentam os requerimentos de certas vitaminas
 - Antivitaminas lipossolúveis A, D, E e K
 - Antivitaminas hidrossolúveis tiamina, ácido nicotínico, piridoxina e cianocobalamina

HEMAGLUTININAS

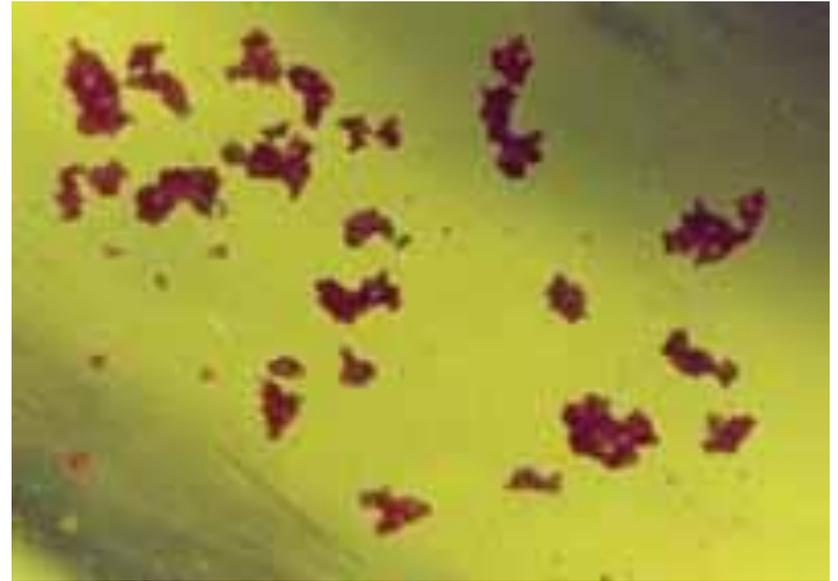
- Também chamadas de lectinas e fitohemaglutininas
- São glicoproteínas que se ligam a sacarídeos ou proteínas contendo sacarídeos de modo altamente específico

HEMAGLUTININAS

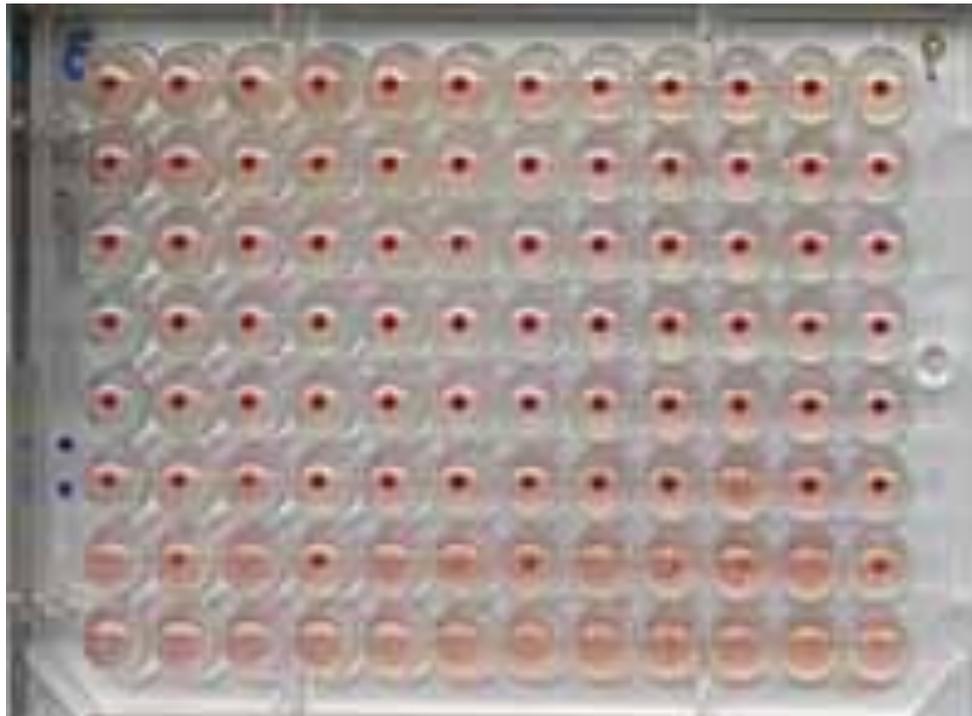


HEMAGLUTININAS

- Provocam hemaglutinação



HEMAGLUTININAS



Algumas aglutinam só leucócitos (leucoaglutininas) e outras que provocam aglutinação mista
Aglutinação de glóbulos vermelhos tripsinados ou não



HEMAGLUTININAS

- Toxicidade pode ser medida por via intraperitoneal ou via oral em animais
- Classificação em relação a hemaglutinação

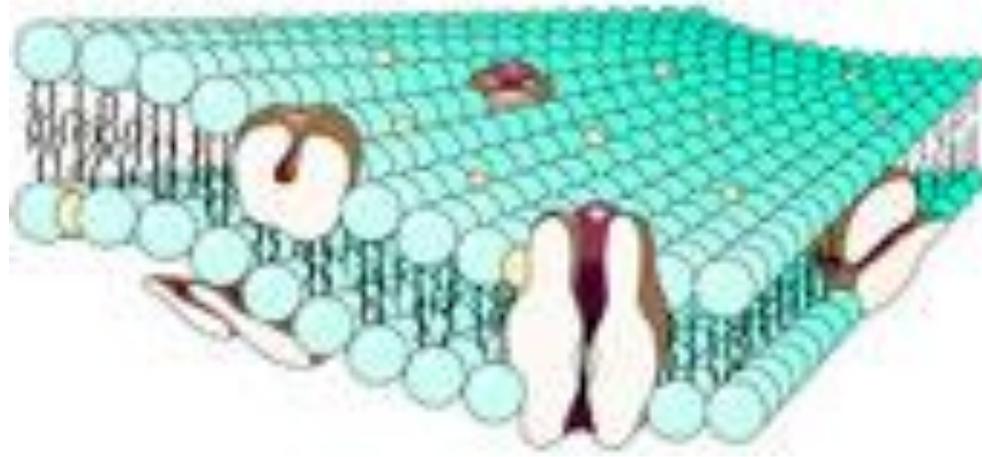
HEMAGLUTININAS

- São classificadas em 4 grupos

TIPO	COELHO	BOI	HAMSTER
A	+	+	+
B	+	-	+
C	-	+	+
D	-	-	+

HEMAGLUTININAS

- Intervêm na digestão e absorção
- Ligação aos receptores de membrana das células epiteliais do intestino delgado e posterior endocitose





HEMAGLUTININAS

- Aumenta a quebra de proteínas
- Aumenta a síntese e secreção de glicoproteínas
- Aumenta a velocidade de "*turn over*" celular



HEMAGLUTININAS

- As lectinas absorvidas podem afetar:
 - A imunidade
 - Sistema endócrino
 - Metabolismo geral

HEMAGLUTININAS

- Soja e feijão kidney-lectinas
 - Reduz a concentração de insulina
 - Glucagon são aumentados pela lectina feijão
 - Aumento de catabolismo no organismo



HEMAGLUTININAS

- Sintetizadas nas folhas
- Transportadas
- Armazenadas nos cotilédones das sementes
- Citoplasma celular
- Na germinação
 - Células embrionárias
 - Desenvolvimento inicial e diferenciação
 - Folhas primárias
 - Conteúdo decresce com a diminuição das proteínas de reserva

HEMAGLUTININAS

- Pode representar 2 a 10% do conteúdo protéico das leguminosas
- Vários tipos em uma só planta
- Composição e característica física varia de acordo com a espécie
- 0 a 10% da composição são açúcares: manose, glicose, ramnose, arabinose, ribose, fucose

HEMAGLUTININAS

- Aminoçúcares variam de 0 a 3%
- Lipídeos
- Cátions: Mn e Ca
- Quantidade varia de acordo com o grau de maturação
- Lectinas dos feijões são mais tóxicas do que as da soja
- 120°C e 15 lb por 30 minutos

HEMAGLUTININAS

- Feijão fava
- Faixa de 135 a 150°C
- Tostagem diminuiu 50%



Fonte: Mezzomo (2007)

- Feijão mungo
- Calor 5 minutos destruiu 95,6%
- 10 minutos destruiu 99,2%



HEMAGLUTININAS

- Feijão alado
- Tratamento com NaOH 2% ou KOH 2% remove a atividade das lectinas
- Semente de abóbora
- Atividade é bem mais baixa que na soja



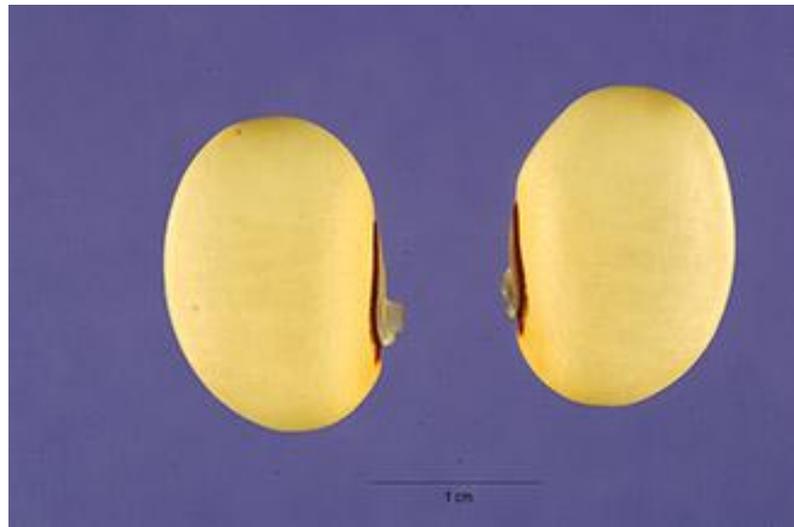
HEMAGLUTININAS

- Amendoim
- Farinha crua e cozida tem maiores quantidades de lectinas que a soja
- Feijão
- Entre 13 cultivares avaliados 12 apresentaram atividade das lectinas
- Feijão comum, adzuki e *Phaseolus acutifolius* são altamente tóxicos



HEMAGLUTININAS

- *Canavalia ensiformes*
- Autoclavagem por 90 minutos a 120°C ou estocagem por 10 dias a pH 4,0 diminui a toxicidade

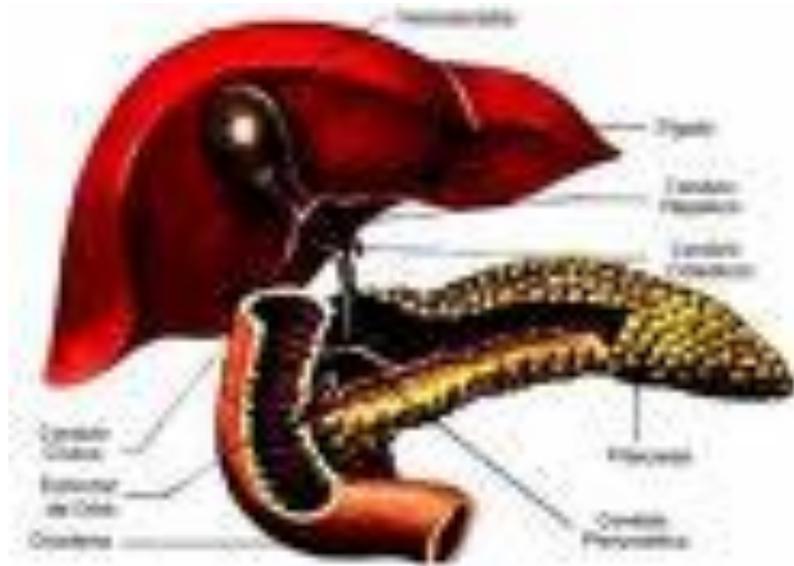


INIBIDORES DE PROTEASAS



INIBIDORES DE PROTEASES

- Efeitos: aumento da necessidade de sulfurados, hipertrofia do pâncreas e atraso no crescimento



- Inativação pelo calor, dependente da temperatura, tempo, umidade e tamanho de partículas.

INIBIDORES DE ALFA-AMILASE

- Presença: amendoim, sorgo, milho, triticales, centeio, feijões, trigo

- Efeitos:
 - Hipertrofia do pâncreas,
 - Aumento da produção de amilase,
 - Redução na utilização do amido

INIBIDORES DE TRIPSINA

- ❑ Soja:Kunitz (1945) inativação pelo meio ácido pela pepsina
- ❑ Bowman-Birk – inibe tripsina e quimotripsina simultaneamente
- ❑ Centros de ligação separados
- ❑ É mais potente do que o de Kunitz
- ❑ Forma aniônica da tripsina é mais sensível que a catiônica
- ❑ Humanos $\frac{2}{3}$ catiônica e $\frac{1}{3}$ aniônica
- ❑ Aumenta a excreção de tripsina e quimotripsina de 2 a 3 vezes

INIBIDORES DE TRIPSINA

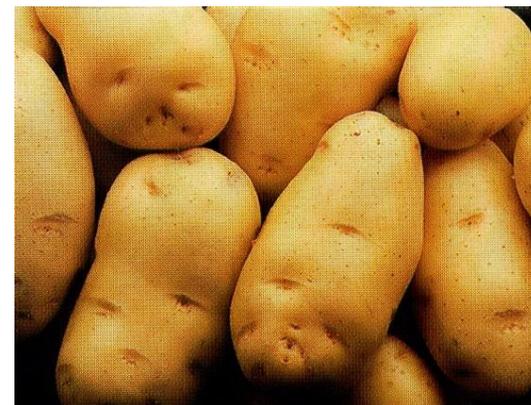
- São sintetizados no início da formação da semente
- Não são translocados
- 83% da atividade antitriptica está no cotilédone
- Pode representar 0,2% das proteínas da semente

INIBIDORES DE TRIPSINA

- Inativação – cocção úmida acima de 5 minutos a 15 psi
- Gênero *Phaseolus*
 - Elevado teor de cistina
 - Elevada quantidade de pontes dissulfeto
 - Elevada resistência a destruição pelo calor principalmente em meio ácido
 - É resistente a ação hidrolítica da pepsina

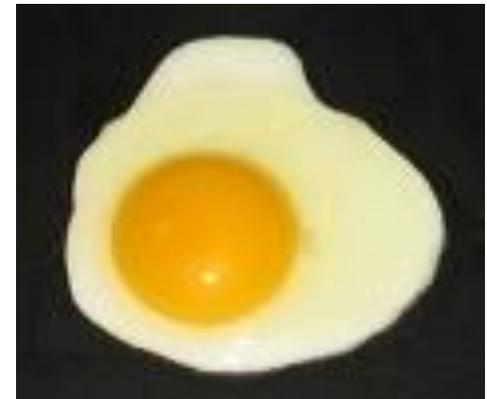
INIBIDORES DE TRIPSINA

- Cereais
 - Diferenciam em relação ao PM e composição de aminoácidos
- Batata
 - Inibem principalmente a quimotripsina
 - Possuí baixo teor de cistina – 4%
 - Pouco resistente ao calor e degradados pela pepsina



INIBIDORES DE TRIPSINA

- ❑ Ovo
- ❑ Clara de algumas aves
- ❑ Glicoproteínas – até 30% de sacarídeos nas moléculas
- ❑ Ovomucóide e ovoinibidor
- ❑ Polivalentes ou dupla cabeça



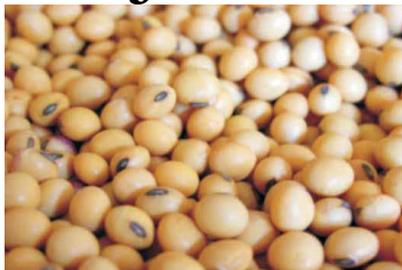
INIBIDORES DE TRIPSINA

- Galinha - ovoinibidor
 - 2 moléculas de tripsina e 2 de quimotripsina de maneira simultânea e independente
- Peru – ovomucóide
 - 1 molécula de tripsina e 1 de quimotripsina
- Pato – ovomucóide
 - 2 moléculas de tripsina e uma de quimotripsina



INIBIDORES DE TRIPSINA

- ❑ Macacos
- ❑ Teste por 5 anos
- ❑ Foi utilizada dieta de soja
- ❑ Não houve efeito patológico após o período de estudo
- ❑ Resistência ao calor
- ❑ Soja e feijão mungo – 121°C/ 15 minutos



INIBIDORES DE TRIPSINA

- Soja
 - 0,69 mg/g cozida
 - 11,6 mg/g cru



- Feijão lima
 - 0,59 mg/g cozido
 - 6,3 mg/g cru



INIBIDORES DE TRIPSINA

- Kakade – inicialmente utilizava caseína como substrato e posteriormente substância sintética Benzoil-DL-arginina para nitroanilide (BAPA)
- Experimentos *in vitro* de ligação da tripsina com o inibidor
- Interferência de taninos na amostra

COMPOSTOS FENÓLICOS

- É um grupo diversificado de compostos entre eles temos o ácido caféico, ferúlico, gálico, flavonóides (antocianinas, catequinas, flavonas), ligninas, taninos e derivados
- Presente em um grande número de alimentos

COMPOSTOS FENÓLICOS



COMPOSTOS FENÓLICOS

- Diversidade
- Ácido caféico
- Ácido ferúlico
- Flavonóides
- Taninos e derivados
- Animais carnívoros mais sensíveis a intoxicação

COMPOSTOS FENÓLICOS

- Cores escuras dos feijões

- Inibem a atividade de enzimas digestivas
 - Tripsina
 - Quimotripsina
 - Amilase

COMPOSTOS FENÓLICOS

□ Maceração e descarte da água

□ Germinação por 48 horas

□ 700 espécies produzem compostos fenólicos



COMPOSTOS FENÓLICOS

- Toxicidade oral:
 - Vanilina 1580 mg/Kg
 - Metil salicilato 887mg/Kg
 - Coumarina 680 mg/Kg
 - Safrol 1950 mg/Kg
 - Menadiona 1000 mg/Kg
 - Ácido tânico 6000 mg/Kg

COMPOSTOS FENÓLICOS

- ❑ Coumarina e safrol são não tóxicos quando consumidos só por uma vez; consumo alto e contínuo pode se tornar tóxico
- ❑ Gossipol – algodão
- ❑ Máximo permitido – EUA 0,045%
- ❑ Farinhas isentas com a retirada das glândulas intactas



COMPOSTOS FENÓLICOS

- ❑ Extração do óleo as glândulas são rompidas
- ❑ Gossipol livre e complexado
- ❑ Complexação diminui toxicidade para ruminantes
- ❑ Tratamento térmico rompe as glândulas e o gossipol se liga a outros componentes das células diminuindo a toxicidade

COMPOSTOS FENÓLICOS

- ❑ O uso do calor é comum para conseguir a complexação do gossipol – 80 a 90%
- ❑ Complexado é considerado não tóxico
- ❑ Porém depende da espécie, pH e composição da dieta
- ❑ Perda de apetite, perda de peso, descoloração do cabelo, abaixamento das proteínas do soro, hemorragias em órgãos

COMPOSTOS FENÓLICOS

- ❑ Podem formar:
- ❑ Quelatos com ferro
- ❑ Combinar grupos carbonila com proteínas e aminoácidos
- ❑ Ligação com enzimas tornando-as inativas

COMPOSTOS FENÓLICOS

Taninos

- Condensados- antocianidinas
- Hidrolisados- ácido tânico

□ Sorgo



□ Feijões



□ Ameixa preta



□ café



COMPOSTOS FENÓLICOS

Inibe absorção de glicose

- ❑ Inibe absorção de metionina
- ❑ Quelantes de metais como:
 - ❑ Ferro
 - ❑ Cobre
 - ❑ Zinco
- ❑ Quelantes de proteínas



COMPOSTOS FENÓLICOS

- Leguminosas e cereais
- Efeitos:
 - Cor
 - Sabor
 - Qualidade nutricional
 - Curtimento de couro
 - Precipitam proteínas como a gelatina

COMPOSTOS FENÓLICOS

- ❑ Sementes
- ❑ Principalmente na casca
- ❑ Retirada da casca diminui 96%
- ❑ Aquecimento por 30 minutos em água remove de 38 a 76%
- ❑ Cozimento 60 minutos sem maceração permanencia de 70% dos taninos

COMPOSTOS FENÓLICOS

- Elevação da temperatura:
 - Ligar a proteínas
 - Eliminados na água de cozimento
 - Permanecer livres
 - Ligar as proteínas do cotilédone
 - Inativar enzimas digestivas
 - Sofrer polimerização

COMPOSTOS FENÓLICOS

- Intoxicação
- Metionina e colina reagem para formar monometil éteres para desintoxicar
- Pode ocorrer deficiência
- ácido tânico e catequina
 - Aumentaram a resistência do amido ao ataque da α -amilase
 - Aquecimento 95°C por 30 minutos



COMPOSTOS FENÓLICOS

- ❑ Podem ser determinadas por absorção de luz ultravioleta
- ❑ Podem também ser determinados por cromatografia-HPLC com detector a 280 nm
- ❑ Outra alternativa é determinar os compostos fenólicos totais com o uso do reagente de Folin-Denis e leitura em espectrofotômetro

COMPOSTOS FENÓLICOS

- ❑ Para qualquer um desses procedimentos devemos fazer a extração para posterior medida
- ❑ Taninos
- ❑ Método I – Smith precipitação completa do tanino por meio de solução saturada de cinconina 55% de taninos e 4,3% de N

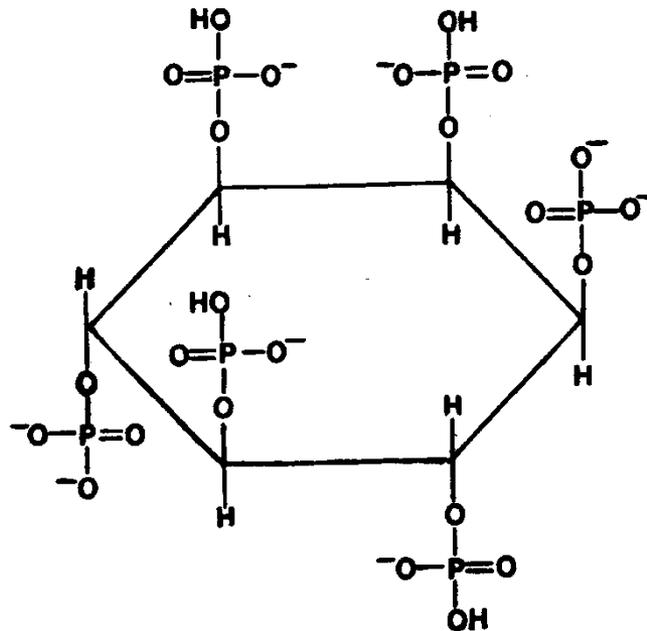
COMPOSTOS FENÓLICOS

- ❑ Método II – Lowenthal modificado por Proctor
- ❑ Processo de oxidação do permanganato
- ❑ Cromatografia gás-líquido
- ❑ Camada delgada
- ❑ Eletroforese em papel
- ❑ Price – extração com metanol e leitura no visível

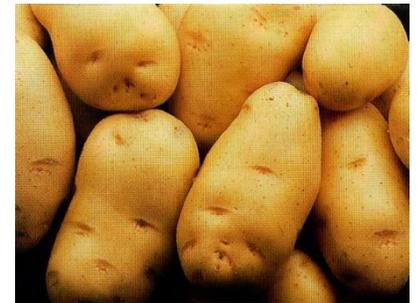


ÁCIDO FÍTICO

- Forma de mio-inositol-1,2,3,4,5,6 hexadiidrogeniofosfato



ÁCIDO FÍTICO



Efeito: diminuição da disponibilidade de vários minerais tais como cálcio, ferro, zinco, cobre, cobalto e manganês

ÁCIDO FÍTICO

- Ácido orgânico que contém fósforo.
- Presente na maioria das sementes
- Formação se dá durante a maturação
- Funções fisiológicas para a planta:
 - Armazenamento de fósforo
 - Armazenamento de cátions
 - Para formação das paredes celulares após a germinação da semente

ÁCIDO FÍTICO

- ❑ A complexação ocorre tanto no alimento *in natura* como no trato intestinal
- ❑ Diminuição da disponibilidade dos minerais e também de amido e proteínas.
- ❑ Duas ações

ÁCIDO FÍTICO

- ❑ Complexação ocorre em pH levemente ácido ou neutro
- ❑ Devido à carga negativa dos 6 grupos fosfatos o complexo formado é resistente a digestão proteolítica
- ❑ Conteúdo pode ser reduzido pela maceração, germinação e fermentação.

ÁCIDO FÍTICO

- ❑ Mais efetivo com a fermentação do que cozimento  devido a ativação da fitase
- ❑ Fitase – hidrolisa o ácido fítico produzindo inositol
- ❑ Inositol – não atua como quelante de minerais.

ÁCIDO FÍTICO

- Variação:
 - Tipo de planta
 - Parte ou órgão da planta
 - Tipo de adubação
 - Grau de maturação
- Gergelim 5,2%
- Soja 1,4%
- Aveia 0,9%





ÁCIDO FÍTICO

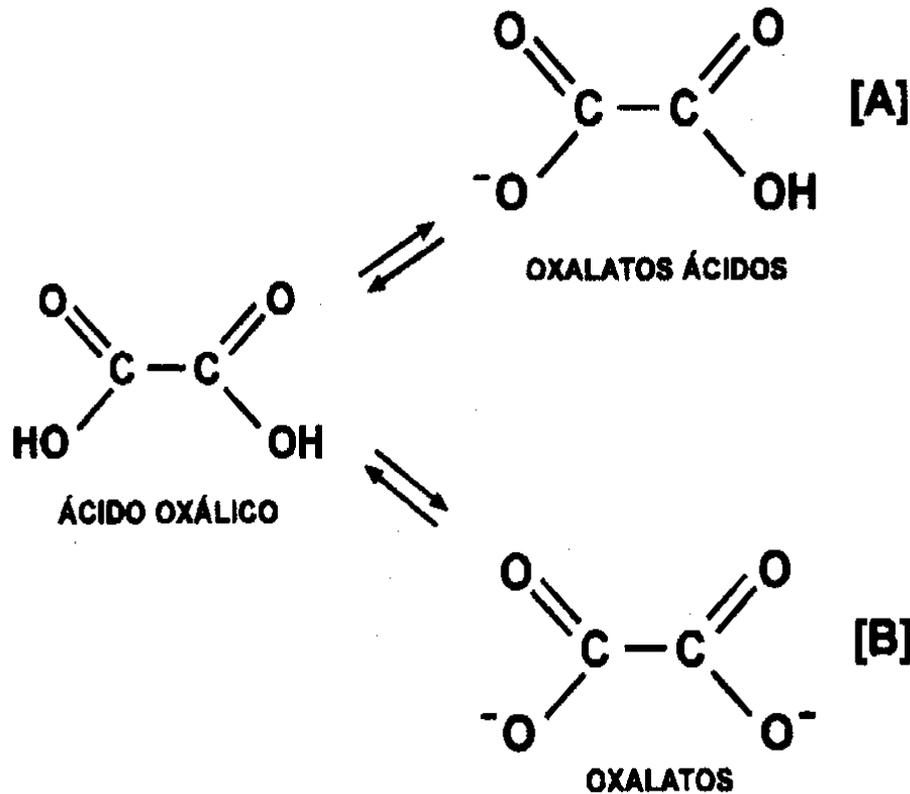
- Extração
- Purificação
- Quantificação

ÁCIDO FÍTICO

- ❑ Após a precipitação do fitato com o elemento ferro
- ❑ Método do fósforo residual
- ❑ Método do ferro residual
- ❑ Estes métodos não distinguem entre hexafosfato e seus análogos desfosforilados
- ❑ Separação do fitato e posterior análise em HPLC

ÁCIDO OXÁLICO

- Presença no gênero Oxalis (canela)



ÁCIDO OXÁLICO

- ❑ Espinafre
- ❑ Folhas de beterraba
- ❑ Taioba
- ❑ cenoura
- ❑ Chá
- ❑ Cacau
- ❑ Relação oxalato:cálcio
- ❑ Efeito: disponibilidade de cálcio



ÁCIDO OXÁLICO

- Se encontra combinado com cátions
- Oxalatos insolúveis
- Com cálcio – indisponível para suas funções
- Consequencia:
 - Hipocalcemia
 - Raquitismo

ÁCIDO OXÁLICO

- Excesso causa intoxicação
- Consumo de 5g ou mais puro como produto químico produz:
 - úlcera no estômago e intestino
 - Hemorragia gástrica, cólica renal
 - Convulsões
- Um dos constituintes do cálculo renal – restrição de consumo de alimentos ricos durante tratamento.

ÁCIDO OXÁLICO

- ❑ Redução por cocção em água dos oxalatos solúveis, insolúveis permanecem
- ❑ Absorção de 2 a 6% dos oxalatos presentes na dieta
- ❑ Restante eliminado ou degradado pela microflora intestinal

ÁCIDO OXÁLICO

- ❑ Não são metabolizados pelo organismo humano.
- ❑ São excretados através da urina após aproximadamente 24 horas após a ingestão.

ÁCIDO OXÁLICO

- ❑ Para confirmação da presença de ácido oxálico em um alimento pode ser realizada a descoloração com ácido hidrocloreto diluído à quente
- ❑ Vários métodos
- ❑ Extração do ácido oxálico com ácido hidrocloreto ou carbonato de sódio

ÁCIDO OXÁLICO

- ❑ Posterior precipitação do oxalato de cálcio, seguido pelo tratamento com ácido sulfúrico para formação de solução de ácido oxálico
- ❑ Quantificação do ácido oxálico por:
- ❑ Titulação com solução padrão de permanganato de potássio
- ❑ Colorimetricamente pela conversão de ácido oxálico a ácido glicólico e derivação com 2,7 dihidroxinaftaleno 3-6 ácido dissulfúrico
- ❑ Pode também ser quantificado por absorção atômica

ÁCIDO OXÁLICO

- ❑ A extração completa depende da concentração do HCl, da temperatura, do material ser de planta seca ou fresca e do tamanho dos grânulos da amostra
- ❑ O ácido oxálico é estável por anos em HCl 1,5 N
- ❑ Secagem a 100°C por 24 horas resulta em perda considerável de ácido oxálico

ÁCIDO OXÁLICO

- ❑ Degradação de carboidratos pode superestimar a quantidade de ácido oxálico quando a extração é realizada a quente
- ❑ Zarembski & Hodgkinson recomendam extração à frio com mínimo de HCl 3N Recuperação de 96 a 100% para alimentos finamente moídos e secos
- ❑ Fatori não recomendando ácido quente – recuperação de 97 a 99%

ÁCIDO OXÁLICO

- ❑ Faboya, extração a quente e recuperação maior que 95%
- ❑ Métodos trabalhosos e demorados
- ❑ Cromatografia à gás com utilização de detector de ionização de chama
- ❑ HPLC – fase reversa – detector UV
- ❑ HPLC - coluna de troca iônica

ÁCIDO OXÁLICO

- ❑ Métodos baseados na utilização de enzimas. Utilizados para quantidades pequenas
- ❑ Descarboxilação do ácido pela enzima descarboxilase oxalato e então é medido colorimetricamente
- ❑ Íons sulfato e fosfato inibem ação enzimática