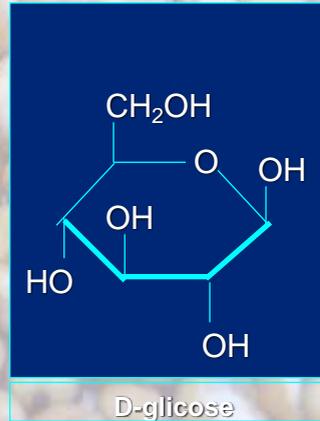


Carboidratos em Pet Food



1

O que são carboidratos?

- São os principais constituintes dos vegetais até 85% dos grãos
- 30 a 60% da matéria seca das rações
- Produção de alimentos para cães e gatos no Brasil em 2020 3,17 milhões T
- 2020 foram utilizadas 1,9 milhões T fontes amido/fibra

Aulus Carciofi

2

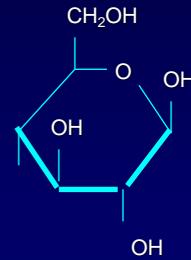
Classificação “nutricional”

baseia-se na capacidade dos animais digerirem a molécula

“Carboidratos absorvíveis”

Monossacárides (glicose, frutose, galactose)

Absorção direta, sem hidrólise



Aulus Carciofi

5

Classificação “nutricional”

baseia-se na capacidade dos animais digerirem a molécula

“Carboidratos digeríveis”

Dissacárides (lactose, sacarose, maltose, thehalose)

Hidrolizados por dissacaridases e absorvidos

Aulus Carciofi

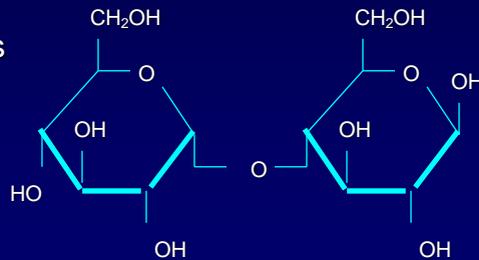
6

Classificação “nutricional”

baseia-se na capacidade dos animais digerirem a molécula

“Carboidratos digeríveis” - AMIDO

- compostos acessíveis às enzimas dos mamíferos
- ligação 1,4 e 1,6 **alfa**
- produto final glicose



Aulus Carciofi

7

Classificação “nutricional”

baseia-se na capacidade dos animais digerirem a molécula

Carboidratos fermentáveis

Oligossacáries | 3-10 açúcares (inulina, galactooligossacaride, xylooligossacaride, fructooligossacaride, rafinose, estaquiose)

Dissacárides e amido que escapam da digestão do I.D.
amido resistente

Fibra alimentar | polissacárides da parede celular
polissacárides não celulósicos
lignina

Aulus Carciofi

8

Classificação “nutricional”

baseia-se na capacidade dos animais digerirem a molécula

Carboidratos não fermentáveis

Celulose, lignina e outros compostos da parede celular dos vegetais

Contribuem diretamente para o aumento do volume fecal e a redução no tempo de trânsito intestinal

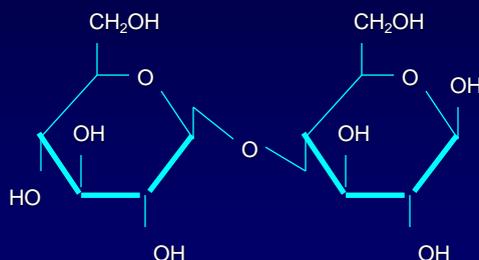
Aulus Carciofi

9

Classificação “nutricional”

baseia-se na capacidade dos animais digerirem a molécula

Fibra



- compostos acessíveis apenas às enzimas de bactérias, fungos e protozoários
- ligação 1,4 e 1,6 **beta**
- produto final AGCC

Aulus Carciofi

10

Análise química

Carboidrato



Fibra



Extrativos Não Nitrogenados

- não são determinados diretamente
- $ENN = 100 - (\text{água} + MM + PB + EE + FB)$
- inclui o erro das análises anteriores
- integrado por: amido, dissacárides, oligossacárides

Antigo, muitos erros
Em desuso

gomas, pectina, B-glicanos,
mucilagens, hemicelulose

Aulus Carciofi

11

Método analítico

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------------|---|---|------------------|
| | fibra dietética total | | | |
| constituente químico | Lig | Celulose | Hemicelulose | Pectina Gomas |
| Análise da fibra bruta | Fibra Bruta | | Extrativos Não Nitrogenados (carboidratos) | |
| Análise de Van Soest | Fibra Detergente Ácido | Fibra Detergente Neutro Hemicelulose | | Carboidrato |
| Análise enzimático-gravimétrica | Fibra Insolúvel | | | Fibra Solúvel |

Aulus Carciofi

12

Método analítico

Fibra Bruta

- 50 a 80% celulose, 10 a 15% lignina e 20% hemicelulose
- essencialmente não digestível p/ cães e gatos
- método exigido pelo Ministério da Agricultura
(consta no rótulo de todas as rações)

Aulus Carciofi

13

Método analítico

Fibra Dietética Total (Prosky) (Fibra Alimentar)

- método mais moderno e preciso
- proteases + lipases + amiloglicosidades
- precipitação com metanol
- fibra insolúvel + **fibra solúvel** (gomas, pectina e mucilagens)
- método utilizado para estudo com seres humanos

Aulus Carciofi

15

Método de análise e teor de “fibra” - ingredientes

| | C Soja | P Cit | F Trigo | BCH | FAD | P Beter |
|---------|--------|-------|---------|-------|-------|---------|
| FB (%) | 26,59 | 11,50 | 5,98 | 36,53 | 8,81 | 19,0 |
| FDA (%) | 38,47 | 22,54 | 10,42 | 45,71 | 12,22 | 28,7 |
| FDN (%) | 52,63 | 20,04 | 32,61 | 52,63 | 26,61 | 60,1 |
| FDT (%) | 76,78 | 56,47 | 46,20 | 63,82 | 22,50 | 76,8 |
| aumento | 3x | 5x | 8x | 2x | 3x | 6x |

BCH- bagaço de cana hidrolizado; FAD- farelo de arroz desengordurado

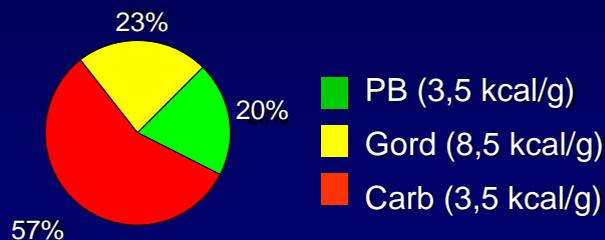
Aulus Carciofi

16

Funções - Amido

Energia química

- 30 a 55% rações secas/semi-úmidas carboidrato
- 30 a 60% da energia destas rações



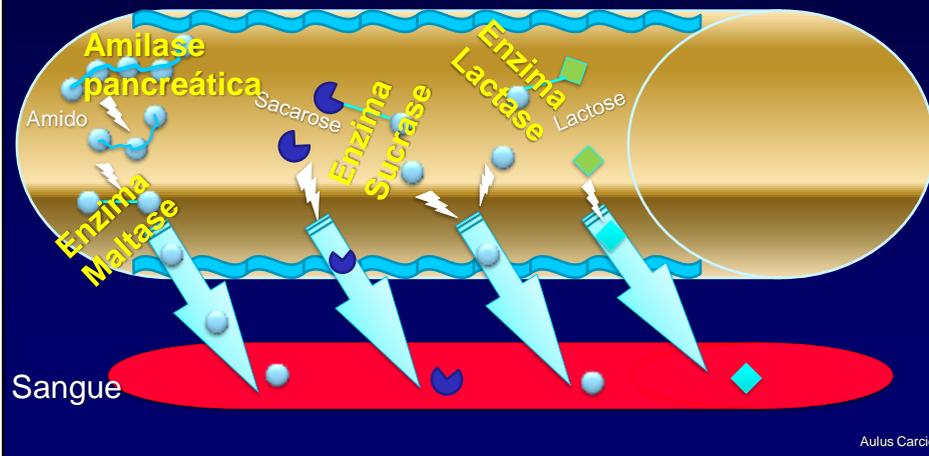
Aulus Carciofi

17

Digestão de carboidratos



Tubo digestivo



Aulus Carciofi

18

Metabolismo - Amido

polissacárides e oligossacárides

(amido)



intestino
carboxilases
a-amilase

dissacárides e trissacárides

(maltose)



borda em escova
dissacaridases
(maltase, sacarase, lactase)

monossacárides

(absorção ativa c/ gasto de E)

duodeno e jejuno > íleo

estômago e intestino grosso - não

Aulus Carciofi

19

Metabolismo

glicose → combustível básico das células

- a) do alimento
- b) sintetizada no organismo
glicerol / aminoácidos / ác. propiônico

Cães e Gatos não necessitam de glicose.

cadela em lactação

- └ manutenção da relação proteína:energia (KIENZLE *et al.*, 1989)
- └ gordura da dieta for triglicérides (BURGUER, 1990)

aminoácidos + glicerol = manutenção glicemia

Aulus Carciofi

20

Funções - Amido

Função estrutural no extrusado

forma —┐
textura —┘ palatabilidade
dureza
densidade



21

Funções - Fibra

saúde intestinal e saúde geral

- Formação, consistência e volume fecal
- Digestão e absorção de nutrientes
- Ingestão de alimentos
- Tempo de transito intestinal
- Controle de bolas de pelos (hair ball)
- Produção de ácidos graxos cadeia curta
- Estrutura da mucosa intestinal
- Composição da microbiota intestinal

saúde
do
intestino

Aulus Carciofi

22

Propriedades da fibra

composição de monossacárides,
estrutura e grau de polimerização

Físicas

- solubilidade
- tamanho das partículas
- estímulo à superfície mucosa (tátil, distensão, mio-estimul)

Químicas

- grau de fermentação microbiana
- Ácidos Graxos Cadeia Curta (acético, propiônico e butírico)
- efeitos sobre o ambiente intestinal
 - pH
 - força osmótica
 - movimento de água

Aulus Carciofi

23

Características de algumas fontes de fibra

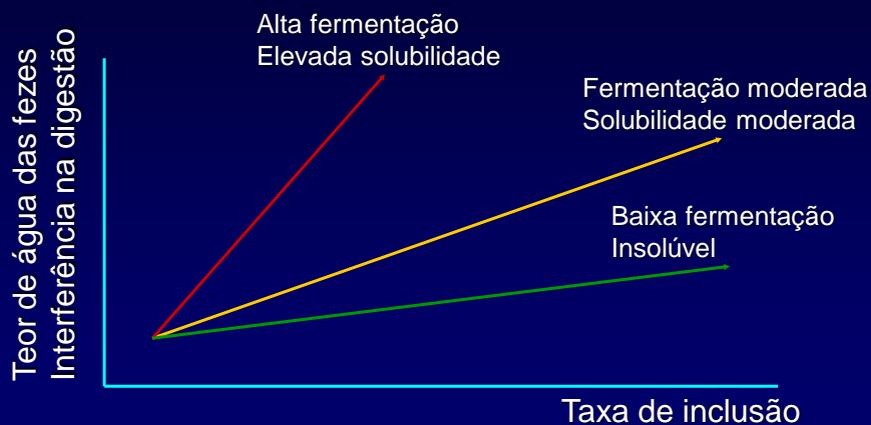
| Fibra | Solubilidade | Fermentabilidade |
|-----------------|--------------|------------------|
| Polpa Beterraba | baixa | moderada |
| Farelo Arroz | baixa | baixa / moderada |
| Pectina | alta | alta |
| Goma Arábica | alta | moderada |
| Goma Xantam | alta | baixa |

REINHART, 1996

Aulus Carciofi

24

Características físico-químicas e taxa de inclusão



Aulus Carciofi

25

Produção de ácidos graxos de cadeia curta

fermentação bacteriana



ac. acético
ac. propiônico
ac. butírico
(85-95%)



60-70% da E colonócitos

ac butírico > ac acético > glutamina > glicose

Tipo de Fibra:

composição de monossacárides, estrutura e grau de polimerização



Espécies de bactérias, proporção de AGCC produzidos, local e velocidade de produção

Aulus Carciofi

26

Outros efeitos da fibra

- Reduz a digestibilidade dos nutrientes
- Aumenta a excreção de fezes
- Pode favorecer a formação de fezes ou promover amolecimento, dependendo do tipo e quantidade
- Pode favorecer a sensação de saciedade, colaborando em dietas para perda de peso
- Altera o tempo de trânsito intestinal

Aulus Carciofi

27

Prebiótico

Fibras fermentáveis

substrato seletivo p/ bactérias benéficas

Neoaçúcares - polissacárides - fibra

Fructooligossacárides

polímeros de frutose

fermentação por *Aspergillus niger*

Mananoligossacárides

polímeros de manose e glicose

extraído da parede celular de *saccharomyces cerevisiae*

Aulus Carciofi

28

Prebióticos

Redução do número de bactérias patogênicas



Lactobacillus spp
Bifidobacterium spp

inibe bactérias patogênicas
estimula a imunidade
colabora na digestão e absorção
sintetiza vitaminas



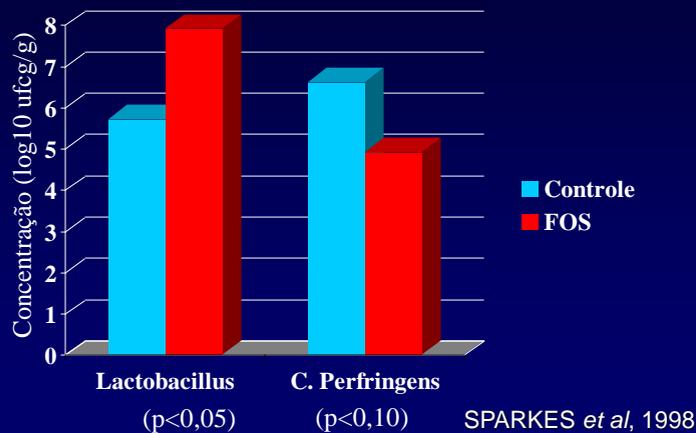
E. coli
Clostridium difficile
Clostridium perfringens
Salmonella sp

carcinógenos
toxinas
subst. putrefativas

Aulus Carciofi

29

Composição da microbiota intestinal de gatos



Aulus Carciofi

30

O processamento aumenta o aproveitamento do amido

Moagem

Digestibilidade do amido (%)

Milho

grosseiramente moído ————— 79%

finamente moído ————— 94%

grosseiramente moído
mas cozido ————— 88%

(PENCOVIC; MORRIS, 1975)



Aulus Carciofi

31

Processamento

moagem
laminação
expansão
cocção
extrusão



gelatinização, expansão e/ou hidratação dos grânulos de amido, possibilitando melhor contato e ação das enzimas amilolíticas no ID

Aulus Carciofi

32

Processamento

gelatinização  grau de moagem
umidade, pressão  digestão
tempo de cozimento
temperatura

ração mal processada
amido resistente



escapa digestão
enzimática no ID e
é fermentado no IG

 digestão ENN
fezes moles, volumosas
flatulência



produção AGCC



Aulus Carciofi

33

Processamento



34

Avaliação do processamento e apresentação



← Alimento mal moído e pouco expandido

→ Alimento finamente moído e bem expandido



← Alimento mal moído, com melhor expansão

→ Alimento com moagem e expansão intermediárias



35

Grãos integrais moídos para cães

| Diets experimentais | | | | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | Mandioca | Milho | Sorgo | Arroz | Lentilha | Ervilha |
| Coeficientes de digestibilidade aparente | | | | | | |
| MS | 83 ^a | 78 ^b | 79 ^b | 82 ^a | 74 ^c | 76 ^c |
| PB | 86 ^{ab} | 86 ^b | 85 ^{bc} | 89 ^a | 79 ^d | 83 ^c |
| EEA | 92 ^a | 89 ^{bc} | 88 ^c | 88 ^{bc} | 89 ^{bc} | 90 ^b |
| AMIDO | 99 ^a | 99 ^{ab} | 99 ^{ab} | 99 ^a | 98 ^b | 98 ^b |
| EB | 87 ^a | 84 ^b | 84 ^b | 87 ^a | 78 ^d | 80 ^c |
| FDT | 8 ^c | 11 ^c | 26 ^{ab} | 17 ^{bc} | 33 ^a | 30 ^a |

Diets isonutrientes, 35% amido
Moídas a 0,8 mm

(Takakura e Carciofi, 2003)

36

Grãos integrais moídos para cães

| Diets experimentais | | | | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | Mandioca | Milho | Sorgo | Arroz | Lentilha | Ervilha |
| Coeficientes de digestibilidade aparente | | | | | | |
| MS | 83 ^a | 78 ^b | 79 ^b | 82 ^a | 74 ^c | 76 ^c |
| PB | 86 ^{ab} | 86 ^b | 85 ^{bc} | 89 ^a | 79 ^d | 83 ^c |
| EEA | 92 ^a | 89 ^{bc} | 88 ^c | 88 ^{bc} | 89 ^{bc} | 90 ^b |
| AMIDO | 99 ^a | 99 ^{ab} | 99 ^{ab} | 99 ^a | 98 ^b | 98 ^b |
| EB | 87 ^a | 84 ^b | 84 ^b | 87 ^a | 78 ^d | 80 ^c |
| FDT | 8 ^c | 11 ^c | 26 ^{ab} | 17 ^{bc} | 33 ^a | 30 ^a |

Diets isonutrientes, 35% amido

(Takakura e Carciofi, 2003)

37

Grãos integrais moídos para cães

| Diets experimentais | | | | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | Mandioca | Milho | Sorgo | Arroz | Lentilha | Ervilha |
| Coeficientes de digestibilidade aparente | | | | | | |
| MS | 83 ^a | 78 ^b | 79 ^b | 82 ^a | 74 ^c | 76 ^c |
| PB | 86 ^{ab} | 86 ^b | 85 ^{bc} | 89 ^a | 79 ^d | 83 ^c |
| EEA | 92 ^a | 89 ^{bc} | 88 ^c | 88 ^{bc} | 89 ^{bc} | 90 ^b |
| AMIDO | 99 ^a | 99 ^{ab} | 99 ^{ab} | 99 ^a | 98 ^b | 98 ^b |
| EB | 87 ^a | 84 ^b | 84 ^b | 87 ^a | 78 ^d | 80 ^c |
| FDT | 8 ^c | 11 ^c | 26 ^{ab} | 17 ^{bc} | 33 ^a | 30 ^a |

Diets isonutrientes, 35% amido

(Takakura e Carciofi, 2003)

38

Grãos integrais moídos para cães

| Diets experimentais | | | | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | Mandioca | Milho | Sorgo | Arroz | Lentilha | Ervilha |
| Coeficientes de digestibilidade aparente | | | | | | |
| MS | 83 ^a | 78 ^b | 79 ^b | 82 ^a | 74 ^c | 76 ^c |
| PB | 86 ^{ab} | 86 ^b | 85 ^{bc} | 89 ^a | 79 ^d | 83 ^c |
| EEA | 92 ^a | 89 ^{bc} | 88 ^c | 88 ^{bc} | 89 ^{bc} | 90 ^b |
| AMIDO | 99 ^a | 99 ^{ab} | 99 ^{ab} | 99 ^a | 98 ^b | 98 ^b |
| EB | 87 ^a | 84 ^b | 84 ^b | 87 ^a | 78 ^d | 80 ^c |
| FDT | 8 ^c | 11 ^c | 26 ^{ab} | 17 ^{bc} | 33 ^a | 30 ^a |

Diets isonutrientes, 35% amido

(Takakura e Carciofi, 2003)

39

Fontes de carboidratos para gatos

J. Anim. Sci. 2009, 96:2337-2346
DOI:10.2527/jas.2007.0354

| | Dietas | | | | | |
|-------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Mandioca | Milho | Sorgo | Arroz | Lentilha | Ervilha |
| | Coeficientes de digestibilidade aparente | | | | | |
| MS | 80 ^{ab} | 78 ^{bc} | 76 ^{bc} | 83 ^a | 76 ^{bc} | 75 ^c |
| PB | 81 ^b | 83 ^b | 80 ^b | 87 ^a | 80 ^b | 82 ^b |
| Amido | 97 ^{ab} | 97 ^{ab} | 93 ^d | 98 ^a | 95 ^{dc} | 96 ^{bc} |
| EEA | 89 ^a | 85 ^{bc} | 83 ^c | 87 ^{ab} | 85 ^{bc} | 87 ^{ab} |
| EB | 84 ^{ab} | 82 ^{bc} | 79 ^c | 87 ^a | 80 ^c | 80 ^{bc} |
| FDT | 5 ^b | 18 ^{ab} | 29 ^{ab} | 10 ^{ab} | 33 ^a | 15 ^{ab} |

Dietas com composição similar, 33% de amido
Moídas com peneira de 0,8mm

40

Respostas glicêmicas e insulínicas

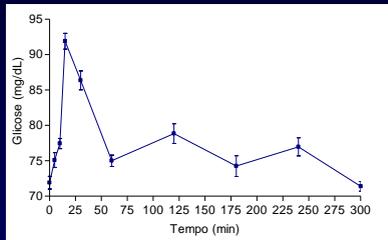
- ➔ Quanto mais rápida e completa a digestão, mais rápida e intensa será a curva glicêmica pós-prandial produzida por determinada fonte de amido (JENKINS et al., 1981).
- ➔ Amido → aumento da glicemia → secreção de insulina
- ➔ A utilização de dietas que minimizem e estendam a onda glicêmica pós-prandial proporciona um restabelecimento mais rápido e fácil da glicemia normal (LILJEBERG et al., 1996).

Aulus Carciofi

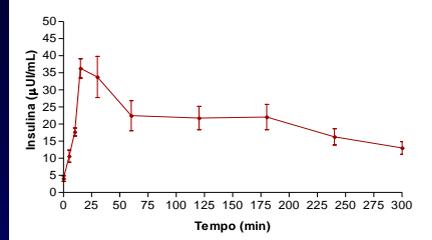
41

Respostas metabólicas (cães)

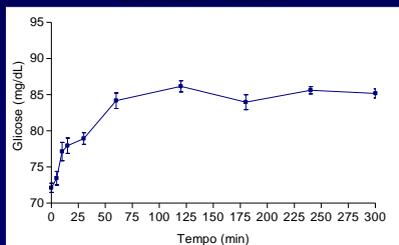
(Takakura e Carciofi, 2003)



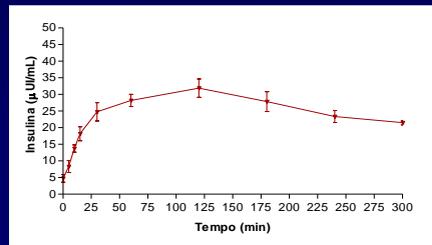
Glicemia - Arroz



Insulinemia - Arroz



Glicemia - Sorgo



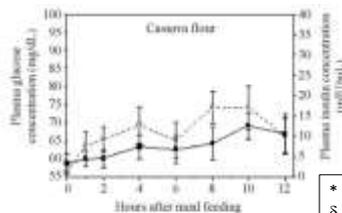
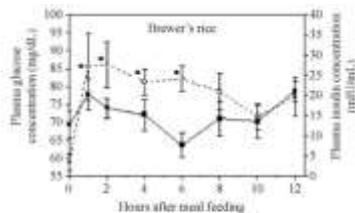
Insulinemia - Sorgo

Aulus Carciofi

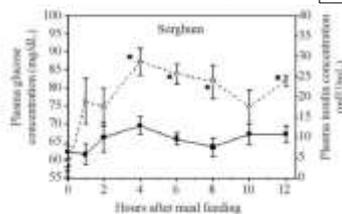
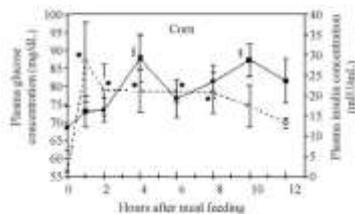
42

Fontes de carboidratos para gatos

J. Anim. Sci. 2009, 99:2337-2346
doi:10.2527/jas.2007-0354



* - Insulina maior que basal
δ - Glucose maior que basal



43

MILHO

- Cereal rico em amido,
- Maior consumo na alimentação animal.
- Pobre em lisina e triptofano



| Características | Limites |
|-------------------------|---------|
| Proteína Bruta (min %) | 7 |
| Extrato Etéreo (min %) | 2 |
| Fibra Bruta (máx %) | 3,5 |
| Amido (min %) | 62 |
| Matéria Mineral (máx %) | 2 |

Aulus Carciofi

44

Arroz integral

- Originado do beneficiamento do grão de arroz sem casca.
- Estão presentes pequenas quantidades de (casca), gérmen, fragmentos de arroz.



| Características | Limites |
|-------------------------|---------|
| Proteína Bruta (min %) | 8,8 |
| Extrato Etéreo (min %) | 1,9 |
| Fibra Bruta (máx %) | 0,7 |
| Amido (min %) | 74,9 |
| Matéria Mineral (máx %) | 1,2 |

Aulus Carciofi

45

Quirera de arroz

- Produto resultante da classificação do arroz polido para consumo humano.



| Características | Limites |
|-------------------------|---------|
| Proteína Bruta (min %) | 8 |
| Extrato Etéreo (min %) | 1,9 |
| Fibra Bruta (máx %) | 1 |
| Amido (min %) | 74,45 |
| Matéria Mineral (máx %) | 1,5 |

Aulus Carciofi

46

Sorgo

- Cereal com composição química semelhante ao milho.
- Boa digestibilidade e palatabilidade



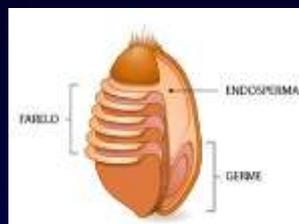
| Características | Limites |
|-------------------------|---------|
| Proteína Bruta (min %) | 7 |
| Extrato Etéreo (min %) | 2 |
| Fibra Bruta (máx %) | 3 |
| Amido (min %) | 61 |
| Matéria Mineral (máx %) | 1,5 |

Aulus Carciofi

47

Farelo de Trigo

- Subproduto resultante da moagem do trigo.
- Composto de Pericarpo, aleurona, gérmen, demais camadas internas do grão e outros resíduos do processo.
- Amplamente utilizado na alimentação animal.
- **FONTE DE FIBRA.** Uso em animais de moderada necessidade energética.



| Características | Limites |
|-------------------------|---------|
| Proteína Bruta (min %) | 14 |
| Extrato Etéreo (min %) | 3 |
| Fibra Bruta (máx %) | 11 |
| Amido (min %) | 31 |
| Matéria Mineral (máx %) | 6,5 |

Aulus Carciofi

48

Casca de soja

- Película do grão de soja,
- Obtida da extração do óleo.



| Características | Limites |
|---------------------------|---------|
| Proteína Bruta (min %) | 10 |
| Extrato Etéreo (min %) | 2 |
| Fibra Bruta (máx %) | 40 |
| Amido (min %) | - |
| Matéria Mineral (máx %) | 7 |
| Fibra Dietética Total (%) | 75 |

Aulus Carciofi

49

Fibra de cana

- Obtida pela lavagem, centrifugação e micromoagem do bagaço de cana-de-açúcar

| Características | Limites |
|----------------------------------|-----------|
| Proteína Bruta (min %) | 2 |
| Extrato Etéreo (min %) | 2 |
| Fibra Alimentar (máx %) | 90 |
| Amido (min %) | - |
| Matéria Mineral (máx %) | 5 |
| Fibra dietética total (%) | 85 |

Aulus Carciofi

50

Polpa de beterraba



- Polpa de beterraba seca
- Material fibroso proveniente da produção de açúcar de beterraba
- Fibra parcialmente solúvel e fermentável.

| Características | Limites |
|----------------------------------|--------------|
| Proteína Bruta (min %) | 8,45 |
| Extrato Etéreo (min %) | 0,47 |
| Fibra Bruta (máx %) | 21 |
| Carboidratos (min %) | 88,66 |
| Matéria Mineral (máx %) | 6,4 |
| Fibra dietética total (%) | 75 |

Aulus Carciofi

51

Farelo de arroz desengordurado

- Obtido do farelo integral de arroz branco ou parbolizado, após extração do óleo por solvente.
- Subproduto da extração do óleo



| Características | Limites |
|----------------------------------|-----------|
| Proteína Bruta (min %) | 15 |
| Extrato Etéreo (min %) | 1 |
| Fibra Bruta (máx %) | 12 |
| Carboidratos (min %) | 48 |
| Matéria Mineral (máx %) | 13 |
| Fibra dietética total (%) | 30 |

Aulus Carciofi