

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA -
BROMATOLÓGICA DE FARINHAS DE OSSOS
DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

SÍLVIO CARNEIRO LEITÃO
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Orientador : Prof. Dr. Celso Lemaire de Moraes

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Mestre.

PIRACICABA
Est. de São Paulo - Brasil
1972

E R R A T A

- Página 21 linha 28 onde está 30% leia-se 54,5%
" 22 linha 19 onde está e leia-se com
" 24 linha 2 onde está utilizou-se leia-se utilizaram-se
" 27 linha 14 onde está submetia-se leia-se submetiam-se
" 29 linha 28 onde está centrífugo leia-se de centrífuga
" 31 linha 14 onde está 150ml ácido leia-se 150ml de ácido
" 52 linha 3 onde está acima leia-se anteriores

Obs:

Onde está química-bromatológica leia-se química bromatológica

À minha esposa

Aos meus pais e irmãos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Expresso meus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

- Prof. Dr. Celso Lemaire de Moraes - ORIENTADOR.
- Prof. Dr. Aristeu Mendes Peixoto.
- Prof. Dr. Max Lázaro Vieira Bose.
- Prof. Dr. Roberto Simionato de Moraes.
- Prof. Dr. Henrique Paulo Haag.
- Sr. Walter Antonio Cocco - datilógrafo.
- Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico (BNDE)
- Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq).
- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.
- Universidade Federal de Paraíba (UFPb).

ÍNDICE

	<u>Página</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. Composição química dos ossos	3
2.2. Tipos e composição química de farinhas de ossos	7
2.3. Carências	13
2.3.1. Fósforo	13
2.3.2. Cálcio	17
2.3.3. Magnésio	19
2.4. Farinha de ossos como suplemento mineral	21
3. MATERIAL	24
4. MÉTODOS	26
4.1. Delineamento experimental	26
4.2. Coleta e preparo das amostras	26
4.3. Métodos analíticos	27
4.3.1. Análise convencional de Weende	27
4.3.2. Investigação da natureza da fração fibra bruta	27
4.3.3. Minerais	27
4.3.3.1. Preparação da solução de cinzas	27
4.3.3.2. Determinação do cálcio	28
4.3.3.3. Determinação do fósforo	30
4.3.3.4. Determinação do magnésio	32
4.4. Análise estatística	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1. Matéria seca	33
5.2. Proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, extrati- vos n/nitrogenados e matéria orgânica	37
5.2.1. Farinha de ossos autoclavados	37
5.2.2. Farinha de ossos crus	41

	<u>Página</u>
5.3. Cinza bruta, cálcio, fósforo e magnésio	43
5.3.1. Farinha de ossos autoclavados	43
5.3.2. Farinha de ossos crus	47
5.3.3. Farinha de ossos calcinados	47
5.4. Silica	52
5.5. Natureza da fração fibra bruta	54
6. RESUMO E CONCLUSÕES	59
7. SUMMARY AND CONCLUSIONS	62
8. LITERATURA CITADA	65
9. APÊNDICE	71

ÍNDICE DOS QUADROS

<u>Quadro</u>	<u>Página</u>
1. Análises da variância dos teores de matéria seca e dos teores de proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta, na matéria seca, das farinhas de ossos	34
2. Comparação entre os teores médios de matéria seca, e proteína bruta na matéria seca, das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey	35
3. Comparação entre os teores médios de extrato etéreo e fibra bruta, na matéria seca das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey	36
4. Análises da variância dos teores de extrativos n/nitrogenados, matéria orgânica e cinza bruta, na matéria seca das farinhas de ossos	38
5. Comparação entre os teores médios de extrativos n/nitrogenados, matéria orgânica e cinza bruta, na matéria seca das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey.	39
6. Análises da variância dos teores de cálcio, fósforo e magnésio, na matéria seca das farinhas de ossos ..	42
7. Comparação entre os teores médios de cálcio e fósforo, na matéria seca das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey	44
8. Comparação entre os teores médios de magnésio na matéria seca das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey	45
9. Correlações dos teores de cinza bruta versus cálcio, versus fósforo, versus magnésio e de cálcio versus fósforo, na matéria seca das farinhas de ossos	45

Quadro

Página

10. Correlações dos teores de sílica versus cálcio, versus fósforo, versus magnésio, na matéria seca das farinhas de ossos	45
11. Análise da variância dos teores de proteína bruta na fibra bruta das farinhas de ossos	56
12. Comparação entre os teores médios de proteína bruta na fibra bruta das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey	,56

ÍNDICE DOS GRÁFICOS

<u>Gráfico</u>	<u>Página</u>
1. Teores médios de proteína bruta na matéria seca das farinhas de ossos	40
2. Teores médios de cinza bruta na matéria seca das farinhas de ossos	46
3. Teores médios de cálcio na matéria seca das farinhas de ossos	48
4. Teores médios de fósforo na matéria seca das farinhas de ossos	49
5. Teores médios de cinza bruta (ordem crescente), cálcio e fósforo, na matéria seca das farinhas de ossos	50
6. Teores médios de magnésio na matéria seca das farinhas de ossos	51
7. Teores médios de cálcio, fósforo e sílica, na matéria seca das farinhas de ossos	53
8. Teores médios de proteína bruta na fibra bruta das farinhas de ossos	57
9. Teores médios de proteína bruta na fibra bruta, e proteína bruta na matéria seca, das farinhas de ossos	58

ÍNDICE DO APÊNDICE

<u>Tabela</u>	<u>Página</u>
1. Composição média das farinhas de ossos em percentagem do material parcialmente seco	71
2. Composição média das farinhas de ossos em percentagem da matéria seca	72
3. Composição média das farinhas de ossos autoclavados em percentagem do material parcialmente seco	73
4. Composição média das farinhas de ossos autoclavados em percentagem da matéria seca	73
5. Variação na composição das farinhas de ossos autoclavados em percentagem do material parcialmente seco	74
6. Variação na composição das farinhas de ossos autoclavados em percentagem da matéria seca	74
7. Teores médios de proteína bruta na fibra bruta das farinhas de ossos	75

1. INTRODUÇÃO

A farinha de ossos tem-se mostrado excelente suplemento de cálcio e fósforo, tendo seu uso largamente difundido em nosso país.

Sob o ponto de vista zootécnico, a presença destes minerais na alimentação dos animais domésticos, em quantidades e proporções adequadas à satisfação de suas exigências, cria condições para a obtenção de elevada produtividade.

Os macro-elementos cálcio e fósforo desempenham, no organismo dos animais superiores, funções imprescindíveis ao desenvolvimento normal. São essenciais à formação do tecido ósseo, atuam no equilíbrio ácido-base do organismo e na formação dos dentes. O cálcio está envolvido no mecanismo da coagulação do sangue e na regulação do ritmo cardíaco. O fósforo, como componente das fosfoproteínas e fosfatídeos, é indispensável para o metabolismo dos carboidratos.

Inúmeras pesquisas mostram, em nosso meio, a necessidade de suplementação com fósforo na alimentação dos rebanhos em pastoreio, já que grandes áreas de regiões pastoris produzem forrageiras deficientes em fósforo, como decorrência do baixo teor deste elemento em seus solos. Nesta situação, a farinha de ossos assume notável importância, pois, além de ser ótima fonte de fósforo, é, praticamente, o único suplemento mineral disponível.

Dados, sobre a composição de nossas farinhas de ossos, são escassos e de pequena profundidade. Evidenciam, no entanto, ampla

variação para os níveis dos constituintes analisados.

Considerando-se a importância da farinha de ossos na ali mentação de animais domésticos e cuã pouco conhecida é a composição daquelas que dispomos, oferecemos, com o presente trabalho, dados re-ferentes à composição química-bromatológica de farinhas de ossos uti lizadas no Estado de São Paulo, abordando os seguintes aspectos:

- a. Princípios nutritivos brutos: matéria seca, extrato etéreo, fi bra bruta, proteína bruta, extrativos n/nitrogenados, matéria orgâni- ca e cinza bruta.
- b. Minerais: cálcio, fósforo e magnésio.
- c. Investigação da natureza da fração fibra bruta.
- d. Dosagem de sílica.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Composição química dos ossos

Os ossos são constituídos por matéria orgânica e inorgânica. No osso seco, livre de lipídios, 1/3 de sua estrutura é material de natureza orgânica (matrix orgânica) e 2/3 matéria mineral. A matrix orgânica do osso está formada, principalmente, por três proteínas: osseína, osseoalbumina e osseomucóide, sendo que a osseína se apresenta em quantidade superior às demais (West et al., 1967).

Malavolta (1967), referindo-se ao teor de umidade em ossos, admite que o material fresco possui de 15 a 20 % de água. Morrison (1966) reputa como sendo igual a 50% a quantidade de água em ossos de animais adultos. Para Maynard e Loosli (1966) a umidade em ossos de animais adultos é 45%.

Segundo Hammarsten e Hedin (1915), os constituintes da porção inorgânica dos ossos estão mais ou menos em proporções constantes, sendo estas, aproximadamente idênticas, em diferentes espécies animais. Em concordância com este ponto de vista, temos West et al. (1967) afirmando que a composição mineral dos ossos é relativamente constante, apresentando, todavia, pequenas variações entre espécies.

A composição da cinza do fêmur de homem, bovino e elefante apresentada, em partes por mil, por Carnot, citação de Hammarsten e Hedin (1915), apóia as citações anteriores, segundo as quais a composição mineral dos ossos se apresenta em proporções praticamente constantes e são aproximadamente as mesmas em diferentes espécies animais. A composição é a seguinte:

	Homem		Bovino	Elefante
	Fêmur	Fêmur	Fêmur	Fêmur
	Corpo	Cabeça		
Fosfato de cálcio	874,5	878,7	857,2	900,3
Fosfato de magnésio	15,7	17,5	15,3	19,6
Fluoreto de cálcio	3,5	3,7	4,5	4,7
Cloreto de cálcio	2,3	3,0	3,0	2,0
Carbonato de cálcio	101,8	92,3	119,6	72,7
Óxido de ferro	1,0	1,3	1,3	1,5

Maynard e Loosli (1966) admitem que a composição química do osso varia na dependência da idade, estado de nutrição e espécie. Malavolta (1967) concorda com a influência dos fatores acima relacionados, na variação da composição química dos ossos, e acrescenta que a posição do osso no esqueleto constitui-se em outro fator de variação. No entanto, Taylor et al (1960), citado por Maynard e Loosli (1966), não encontraram qualquer diferença significativa entre os teores de cálcio, fósforo, magnésio e sódio de 15 diferentes ossos do esqueleto de frangas. Concluíram com isto que qualquer osso pode ser tomado para análise como representativo de todo o esqueleto.

Morrison (1966) apresenta a seguinte composição para ossos de animais adultos: proteína, 20%; gordura, 4%; minerais, 26%; água, 50%. Para Maynard e Loosli (1966) e Crampton e Lloyd (1959), ossos de animais adultos tem a composição que se segue: água, 45%; proteína, 20%; gordura, 10%; cinza, 25%.

Conforme Maynard e Loosli (1966), a umidade do osso é inversamente proporcional à idade e o teor de gordura do osso varia, notadamente, com o estado de nutrição, visto que a medula é depósito de gordura.

Peixoto (1970), tratando da composição da matéria seca dos ossos, fornece estes dados: minerais 46%; proteína 36%; gordura

18%. Por sua vez, Malavolta (1967) defende os resultados abaixo:

Parte orgânica - 34%

Osseína - 27% (corresponde a 5% de nitrogênio)

Graxa - 7%

Parte mineral - 66%

Fosfato tricálcico - 54%

Fosfato trimagnésiano - 1 a 2%

Carbonato de cálcio - 7,5%

Fluoreto de cálcio - 1,5%

Sisson e Grossman (1963) apresentam a composição de ossos secos de bovinos com base nos seguintes dados:

Gelatina	- 33,3%
Fosfato de cálcio	- 57,35%
Carbonato de cálcio	- 3,85%
Fosfato de magnésio	- 2,05%
Carbonato e cloretos sódicos	- 3,45%

Parker (1970) considera a parte mineral (cinza) de ossos de mamíferos composta por: cálcio 30%; fósforo 17%; magnésio 0,8% e pequenas parcelas de outros minerais.

Frandsen (1968), dissertando sobre a composição da parte mineral do osso, afirma que 80% desta é fosfato de cálcio; o restante, quase que totalmente, é carbonato de cálcio e fosfato de magnésio.

Composição da parte externa de ossos de bovinos, secos e livres de gordura (West et al., 1967):

<u>Cátions</u>	<u>%</u>	<u>mg/g</u>
Cálcio	27,24	13,6
Magnésio	0,44	0,36
Sódio	0,73	0,32
Potássio	0,06	0,01
<u>Ânions</u>	<u>%</u>	<u>mg/g</u>
Fosfato	12,5 (como P)	12,1 (como PO_4^{--})
Carbonato	3,5 (como CO_2)	1,6 (como CO_3^{--})
Ac. cítrico	0,87	0,14 (como cit^{--})
Cloreto	0,08	0,02
Fluoreto	0,07	0,04

Composição de ossos desidratados e moídos conforme Altman e Dittmes (1968):

Constituintes gerais (%)

Matéria seca	95,0
Cinza	71,8
Fibra bruta	2,0
Extrato etéreo	3,2
Proteína	12,1 (N x 6,25)

Minerais essenciais

a)- Macro-minerais (%)

Cálcio	Fósforo	Magnésio	Ferro	Sódio
28,98	13,59	0,64	0,08	0,46

b)- Micro-minerais (mg/kg)

Cobalto	Cobre	Manganês	Zinco
0,1	16,3	30,4	424,6

Vitaminas (mg/Kg)

Tiamina	Riboflavina	Ac. Nicotínico	Ac. Pantotênico
0,4	0,9	4,2	2,4

2.2. Tipos e composição química de farinhas de ossos.

Pardi e Eifone (1962), dissertando sobre farinha de ossos crus, farinha de ossos autoclavados e farinha de ossos degelatinizados, caracterizam-nas como se segue:

a. Farinha de ossos crus: é o subproduto seco e triturado, obtido através do cozimento com água, em recipientes abertos, de ossos que não sofreram moagem, após remoção da gordura e do excesso de outros tecidos. Utiliza-se como matéria prima epífises de ossos longos, ossos do carpo e do tarso.

A cocção não sendo efetuada sob pressão (autoclave), a osseína conserva-se íntegra. Persiste, também, um pouco de gordura (graxa).

A composição média para este tipo de farinha de ossos deve ser a seguinte:

Proteína	20-25%
Graxa	3%
Fosfato de cálcio	40-50%

b. Farinha de ossos autoclavados: subproduto, seco e triturado, oriundo do cozimento de ossos, em vapor sob pressão.

A matéria prima comumente utilizada são os "ossos duros" ou longos (fêmur, tibia, úmero, rádio e cúbito), sem as epífises.

Os ossos, quando autoclavados, sofrem carreamento pela água de sua matéria colagênica e de outros componentes protéicos e minerais.

A farinha de ossos autoclavados deve possuir a seguinte composição:

Proteína	25% (máximo)
Cinzas	55% (mínimo)

A farinha de ossos autoclavados, quando feita de ossos longos, possui menor teor de proteína associado a maior quantidade de minerais. O inverso ocorre quando se usam ossos moles, que são sempre mais ricos em matéria orgânica.

c. Farinha de ossos degelatinizados: é o subproduto, seco e triturado, resultante do processamento para obtenção de cola ou de gelatina. Para sua fabricação, realiza-se o cozimento de ossos, após remover-se a matéria graxa e outros tecidos, em vapor sob pressão (autoclave).

Emprega-se como matéria prima: epífises de ossos ou mesmo ossos longos, sabugos de chifres, omoplatas, etc.

Deve apresentar em sua composição:

Proteína	10% (máximo)
Graxa	5% (máximo)
Fosfato de cálcio ...	65% (mínimo)

Segundo Pardi e Bifone (1962), a proteína das farinhas de ossos, derivada predominantemente da osseína, acha-se desprovida dos seguintes aminoácidos: leucina, fenilalanina e metionina (essen

ciais); alanina e ácido glutâmico (não essenciais).

Morrison (1959), falando acerca das farinhas de ossos utilizadas nos Estados Unidos da América (U.S.A.), define-as do seguinte modo:

a. Farinha de ossos autoclavados (steamed bone meal), comumente denominada farinha de ossos, é produzida pela cocção, em vapor sob pressão, de ossos frescos selecionados.

Por meio deste tratamento, retira-se grande parte da proteína e gordura do osso. O resíduo obtido é prensado, seco e triturado.

A farinha de ossos autoclavados tem, em média, esta composição: matéria seca, 95,5%; proteína, 7,5%; fibra bruta, 1,5%; extrativos n/nitrogenados, 3,2%; graxa, 1,2%; cinza, 82,1%; cálcio, 30,14%; fósforo, 14,53%; magnésio, 0,61%.

b. Farinha de ossos autoclavados especial ou farinha de ossos degelatinizados (special steamed bone meal), semelhante ao tipo anteriormente descrito, porém produzida, em fábricas de cola ou de gelatina, a partir de ossos selecionados. Apresenta mais cálcio e fósforo e menos proteína que a farinha de ossos autoclavados. Possui pouco odor e tem coloração branca.

c. Farinha de ossos cozidos (cooked bone meal) é preparada pelo cozimento de ossos, em recipientes abertos.

Devido à baixa temperatura, durante o processo de fabricação, ocorre pequena remoção da proteína do osso, fato que acarreta diminuição de seu teor em cálcio e fósforo.

Sua composição média segue-se: matéria seca, 93,6%; proteína, 26%; graxa, 5%; fibra, 1%; extrativos n/nitrogenados, 2,5%; cinza, 59,1%; cálcio, 22,96%; fósforo, 10,25%; magnésio, 0,35%.

d. Ossos calcinados (spent bone black or bone char): subproduto resultante da utilização de ossos carbonizados, na clari-

ficação e descoloração do xarope, nas indústrias de açúcar.

Apesar de possuir coloração escura, contém tanto fósforo e cálcio quanto a farinha de ossos autoclavados.

Segundo NAS (1969), "ossos calcinados" possuem a seguinte composição:

a. Material parcialmente seco: matéria seca, 90%; proteína, 8,9%; cálcio, 27,10%; fósforo, 12,73%; magnésio, 0,53%; potássio, 0,14%.

b. Composição na matéria seca: proteína, 9,4%; cálcio, 30,11%; fósforo, 14,14%; magnésio, 0,59%; potássio, 0,16%.

Crampton e Lloyd (1959) admitem que "ossos calcinados" (spent bone black) possuem 22% de cálcio e 10,9% de fósforo.

Titus (1961) fornece, para as composições de farinha de ossos autoclavados e farinha de ossos degelatinizados, os valores abaixo relacionados:

a. Farinha de ossos autoclavados: proteína, 13%; fibra bruta, 0,8%; extrativos n/nitrogenados, 2,8%; graxa, 6,5%; cinza, 73,8%; cálcio, 28,80%; fósforo, 13,34%; manganês, 5 ppm.; ferro, 800 ppm.; cobre, 21 ppm.

b. Farinha de ossos degelatinizados: proteína, 6,5%; fibra bruta, 2,6%; extrativos n/nitrogenados, 2,1%; graxa, 0,6%; cinza, 85,1%; cálcio, 31,30%; fósforo, 14,49%; sódio, 0,20%; magnésio, 0,83%; potássio, 0,15%; manganês, 2 ppm.

A composição da farinha de ossos cozidos e da farinha de ossos autoclavados, conforme NAS (1969), segue-se:

a) Farinha de ossos cozidos (material parcialmente seco): matéria seca, 94,5%; proteína, 17,8%; extrato etéreo, 9,6%; cálcio, 25,82%; fósforo, 12,35%; flúor, 2.000 mg/Kg.

b) Farinha de ossos cozidos (composição na matéria se-

ca): proteína, 18,8%; extrato etéreo, 10,2%; cálcio, 27,32%; fósforo, 13,07%; flúor, 2,116 mg/Kg.

a) Farinha de ossos autoclavadas (material parcialmente seco): matéria seca, 93%; proteína, 12,1%; extrato etéreo, 3,2%; fibra bruta, 2%; cinza bruta, 71,8%; cálcio, 28,98%; fósforo, 13,59%; magnésio, 0,64%; sódio, 0,46%; ferro, 0,084%; cobalto, 0,1mg/Kg; cobre, 16,3mg/Kg; manganês, 30,4mg/Kg; zinco, 424,6mg/Kg; niacina, 4,2mg/Kg; ácido pantotênico, 2,4mg/Kg; riboflavina, 0,9mg/Kg; tiamina, 0,4mg/Kg.

d) Farinha de ossos autoclavados (composição na matéria seca): proteína, 12,7%; extrato etéreo, 3,4%; fibra bruta, 2,1%; cinza bruta, 75,6%; cálcio, 30,51%; fósforo, 14,31%; magnésio, 0,67%; sódio, 0,48%; ferro, 0,088%; cobalto, 0,1mg/Kg; cobre, 17,2 mg/Kg; manganês, 32mg/Kg; zinco, 447,1mg/Kg; niacina, 4,4mg/Kg; ácido pantotênico, 2,5mg/Kg; riboflavina, 0,9mg/Kg; tiamina, 0,4mg/Kg.

Os teores de cálcio e fósforo para farinha de ossos crus, e farinha de ossos autoclavados são dados por Maynard e Loosli (1961) e Crampton e Lloyd (1969), como se segue:

a. Farinha de ossos crus (raw bone meal): cálcio, 22,9%; fósforo, 10,5%.

b. Farinha de ossos autoclavados: cálcio, 31,3%; fósforo, 14,4%.

Porta et al. (1971), analisando os teores de P_2O_5 e nitrogênio total de 118 amostras de farinha de ossos, de diferentes tipos e procedências, utilizadas no Estado de São Paulo, constataram que: 11,01% das amostras possuíam menos que 17,9% de P_2O_5 ; 75,42% continham 18 a 27,9% de P_2O_5 ; 13,56% apresentavam mais de 28% de P_2O_5 . Dentre as amostras analisadas, algumas se revelaram muito pobres em fósforo, sendo que, 3 (três) apresentaram teor de P_2O_5 igual a 30%; 2 (duas) teor igual a 31% e 1 (uma) atingiu 31,5% de P_2O_5 .

Os teores de nitrogênio total variaram de 1% a 5,6%.

Blosser et al. (1954), estudando a composição química

de 22 amostras de farinha de ossos, que estavam rotuladas como farinha de ossos autoclavados, oriundas dos Estados Unidos da América do Norte e de diferentes países localizados em vários continentes, obtiveram os seguintes teores médios para os constituintes analisados: matéria seca, 96,06%; proteína, 7,59%; graxa, 0,93%; cinza, 81,09%; cálcio, 31,70%; fósforo, 13,73%; magnésio, 0,64%; enxofre, 0,22%. Para os constituintes menores, das amostras analisadas, os resultados médios, em ppm. da cinza rehidratada, foram os seguintes: alumínio, 2.344 ppm.; bário, 361 ppm.; cobre, 16 ppm.; flúor, 803 ppm.; ferro, 964 ppm.; manganês, 49 ppm.; estrôncio, 2.433 ppm.; zinco, 489 ppm.; sódio, 5.000 ppm.

A variação verificada por Blosser et al. (1954), para cada um dos constituintes das amostras analisadas, foi a seguinte:

	<u>%</u>		<u>ppm.</u>
Matéria seca ...	91,88 a 96,68	Alumínio ...	40 a 9.000
Proteína	0,13 a 25,40	Bário	90 a 450
Graxa	0,02 a 9,29	Cobre	3 a 83
Cinza	61,22 a 89,01	Flúor	370 a 876
Cálcio	22,29 a 35,99	Ferro	150 a 3.200
Fósforo	10,67 a 16,35	Manganês ...	21 a 117
Magnésio	0,11 a 1,15	Estrôncio ..	400 a 5.000
Enxofre	0,07 a 7,27	Zinco	172 a 1.920
		Sódio	2.000 a 5.000

Entre as amostras analisadas por Blosser et al. (1954), encontrava-se uma proveniente da América do Sul. Os resultados obtidos para a mesma são apresentados a seguir: matéria seca, 91,88%; proteína, 25,40%; graxa, 0,66%; cinza, 61,22%; cálcio, 22,74%; fósforo, 10,67%; magnésio, 0,55%; enxofre, 0,12%; sódio, 5.000 ppm.; alumínio, 7.000 ppm.; bário, 400 ppm.; cobre, 20 ppm.; flúor, 620 ppm.; ferro, 870 ppm.; manganês, 117 ppm.; estrôncio, 5.000 ppm.; zinco, 435 ppm..

A quantidade de cobalto existente em farinha de ossos é muito baixa. Fwding (1951), citado por Viana (1965), considera igual a 0,07 ppm, o teor de cobalto neste suplemento mineral.

2.3. Carências

2.3.1. Fósforo

O fósforo, entre os nutrientes minerais, é sem dúvida alguma o que ocasiona maiores prejuízos às explorações pecuárias - que utilizam o pastoreio como método principal de alimentação (Alba, 1958).

Alba (1959) salienta que, as possibilidades de um arruamento deficiente em fósforo, quando se trata de animais alimentados com forragens de pastos naturais ou artificiais, são relativamente grandes.

Carência de fósforo tem sido constatada em diversas regiões do mundo. Theiler et al. (1924) e Theiler et al. (1928) verificaram sua ocorrência na África do Sul; Beeson (1945) assinalou a mesma em várias regiões dos Estados Unidos da América do Norte.

Chicco e French (1959), estudando carência de fósforo em bovinos, na Venezuela, encontraram animais carentes em quantidades que variaram, conforme a região, de 8,5% a 78,6%.

Gióvini (1943) observou que a afosforose afetava considerável número de bovinos no Estado de Minas Gerais, principalmente nas regiões: Norte, Centro e Oeste.

Menicucci (1943), analisando o teor de fósforo em sangue de bovinos, no Estado de Minas Gerais, verificou que, dos animais estudados, apenas 39,6% possuíam este elemento em nível considerado normal.

Theiler et al. (1924), estudando afosforose em bovinos, na África do Sul, observaram a existência de correlação entre bai-

xos níveis de fósforo nas forrageiras, ocasionados pelos baixos teores deste elemento no solo, e os sintomas de carência exibidos pelos animais que as utilizavam como alimento.

Menicucci (1943) chama atenção para a importância do maior ou menor teor de minerais que um solo possui para oferecer às forrageiras, que nele vegetam, como fator determinante de carências minerais, pois as deficiências minerais existentes nas forrageiras refletem-se nos animais com elas alimentados.

Muitos trabalhos evidenciaram que a quantidade de fósforo disponível no solo afeta o teor deste elemento no vegetal, ou seja, solo pobre em fósforo produz forragens com níveis de fósforo inadequados à satisfação das exigências animais. Desta forma, temos Fraps e Fudge, citação de Riggs (1958), ressaltando a alta correlação entre conteúdo de fósforo nas pastagens e fósforo disponível no solo. Outros trabalhos que abordam o mesmo assunto são: Pereira et al. 1971; McClung et al., 1958; Teixeira, 1971; Plucknet e Fox, 1965; Nestel e Creek, 1962.

Alba e Davis (1957) realizaram um levantamento de toda a literatura relacionada com deficiências minerais na América Latina. Com base nos dados obtidos, concluíram que as áreas onde ocorre deficiência de fósforo nas pastagens são bastante extensas, notadamente com referência a regiões ocupadas por pastos naturais. Quase que todo o território do Uruguai, grande parte do Brasil, Venezuela, Colômbia e o norte do México são zonas de deficiência.

Segundo Alba (1959), 0,15% de fósforo, na matéria seca da forrageira, é considerado suficiente, com boa margem de segurança, para o atendimento das exigências de animais adultos, exclusivamente em regime de pastoreio. No caso de vacas em lactação e animais jovens o teor deve ser 0,20% na matéria seca.

Levantamento da composição mineral das pastagens nativas, levado a efeito por Gavillon (1961), em muitos municípios do Rio Grande do Sul, evidenciou deficiência de fósforo em quase todo

o estado.

Jardim et al. (1962a), analisando oito forrageiras do Pantanal Matogrossense (MT) = Brasil Central = constataram deficiência de fósforo em quase todas. Estudando novamente composição mineral de pastagens do Brasil Central = Região de Barretos (SP) = Jardim et al. (1962b) encontraram leve deficiência de fósforo.

Moreira (1971) efetuando levantamento dos índices de deficiência de cobre e fósforo em pastagens manejadas sob pastoreio contínuo, no Município de São Pedro (SP), encontrou acentuada deficiência de fósforo, no decorrer do ano.

A aplicação de adubos fosfatados tem sido eficiente quando se deseja elevar o teor de fósforo nas forragens. Conforme Underwood (1968), o uso de superfosfatos, em pastagens da Austrália, elevou em 50% o fósforo nas forrageiras. Utilizando diversos adubos fosfatados, Hodges et al. (1965), trabalhando com capim pangola, observaram efeito da mesma natureza, ou seja, aumento do teor de fósforo na matéria seca.

A influência do teor de fósforo disponível no solo sobre o organismo animal foi enfatizada por Kirk et al. (1970). Estes pesquisadores observaram, em bovinos, que a adubação fosfatada, em pasto de capim pangola, produziu os seguintes efeitos: aumento no peso dos animais, por cabeça, por ano; elevação do teor de fósforo inorgânico no sangue dos animais; maior densidade dos ossos, correlacionada à necessidade de esforço mais elevado para ruptura dos mesmos.

Deficiência de fósforo em forrageiras, associada ao advento de um período seco, tem sido constatada em vários trabalhos (McDonald, Edwards e Greenhalgh, 1969; Andreasi et al., 1969).

Andreasi et al (1966-67), realizando levantamento de minerais em forrageiras, no Estado de São Paulo, verificaram deficiência de fósforo relacionada com o período de seca, sendo que, na época

ca chuvosa os teores deste elemento elevaram-se rapidamente atingindo a faixa da normalidade.

Villares e Silva (1956), com base em levantamento do índice de fósforo inorgânico no sangue de vacas Guzerá, da Fazenda Experimental de Criação, em Sertãozinho (SP), mantidas exclusivamente em regime de pastoreio, observaram que a variação do teor de fósforo inorgânico no sangue dos animais acompanhou a curva de precipitação mensal durante o ano, ou seja, a carência de fósforo correspondeu à estação seca (inverno), desaparecendo durante a estação das chuvas, excetuando-se as vacas em lactação. Para estas, níveis normais de fósforo no sangue apareceram somente após o desmame dos bezerros.

O primeiro sintoma da carência de fósforo é o declínio do fósforo inorgânico no plasma sanguíneo, a níveis subnormais (F. A.O., 1952).

O conteúdo normal de fósforo inorgânico no sangue de bovinos vai de 4 a 6mg/100cc de plasma. Ocorrência de níveis inferiores a 4mg/100cc deve ser considerada suspeita. No caso do conteúdo ser menor que 3mg/100cc o animal está, sem dúvida, carente (Alba, 1959).

Como sintomas primários da carência de fósforo em bovinos temos: queda do nível de fósforo no sangue, perda de apetite e menor incremento de peso. A produção de leite é drasticamente afetada. A eficiência de utilização dos alimentos, notadamente de proteínas, sofre considerável redução. A estes efeitos segue-se o aparecimento de apetite depravado e, nos casos de carência por longo período, ocorrem alterações nos ossos, endurecimento das articulações e aparecimento de fraturas ósseas espontâneas (NAS-NRC, 1965).

As alterações ósseas que podem ocorrer em bovinos carentes de fósforo, conforme F.A.O. (1952), são: raquitismo (animais jovens), osteomalácia, osteoporose e osteofibrose, em adultos.

Segundo Alba (1958), cios irregulares e esterilidade temporária são distúrbios reprodutivos apresentados por bovinos nos casos de avançada afosforose.

Gióvini (1943), estudando o aspecto clínico da carência de fósforo em bovinos, no Estado de Minas Gerais, observou que a osteofagia se manifesta mais intensamente em vacas de primeira e segunda cria, notadamente durante a lactação. Bezerros, bezerras, touros e vacas em descanso são menos afetados. Constatou também osteofagia em animais que apresentavam estado de carne normal.

Carência de fósforo em suínos é muito rara, desde que sejam alimentados à base de cereais. Quando ocorre, provoca perda de apetite e deficiente desenvolvimento ósseo e muscular (Alba, 1958).

2.3.2. Cálcio

Carência de cálcio, em animais vivendo sob regime de pastoreio, aparece muito raramente. Isto ocorre principalmente devido do grande parte das zonas pastoris do mundo, sobretudo as desérticas, serem de origem calcárea (Alba, 1959).

Levando-se em consideração que o teor de minerais disponíveis no solo exerce marcada influência sobre a composição mineral das forrageiras, o cálcio total presente no solo das áreas pastoris deve ser quase sempre elevado, esperando-se que boa parte do mesmo esteja em condições de disponibilidade para os vegetais. Conforme Buckman e Brady (1966), a quantidade de cálcio mantida pelas partículas coloidais do solo, na forma substituível ou disponível, excede em muito a de qualquer outro macronutriente.

Abordando o problema da deficiência de cálcio, em terras tropicais de pastoreio, na América do Sul, Alba (1959), baseando-se em dados analíticos, admite que, possivelmente, seja constatada a deficiência de cálcio nas forragens das planícies venezuelanas.

Alba e Davis (1957), após reunirem a literatura relacionada com carências minerais na América Latina, observaram que os dados analíticos sobre composição mineral de forrageiras não evidenciavam condições para que ocorresse comumente carência de cálcio, contrariando o ponto de vista defendido por diversas publicações técnicas.

No Brasil, temos várias pesquisas sobre composição mineral de plantas forrageiras de pastagens naturais ou artificiais, mostrando teor de cálcio adequado ao atendimento das exigências animais (Jardim et al., 1965; Jardim et al., 1953; Jardim et al., 1952; Jardim et al., 1962a; Andreasi, 1966-67; Jardim et al., 1962b; Gavillon, 1961.

Para Alba (1959), os teores de cálcio que a matéria seca das forrageiras deve conter, para cobrir as exigências de animais exclusivamente em pastoreio, com boa margem de segurança, são: animais adultos, 0,15%; animais em crescimento e vacas em lactação, 0,20%.

Chicco e French (1959) identificaram, na Venezuela, bovinos carentes de cálcio em quantidades que variaram, conforme a região, de 12,9% a 19,2% dos animais examinados.

Menicucci (1943), estudando o teor de cálcio do sangue de bovinos, no Estado de Minas Gerais, chegou à conclusão que 18,9% dos animais examinados apresentavam acalciase.

Becker et al. (1934) constataram carência de cálcio em vacas leiteiras, no Estado da Flórida (U.S.A.), cuja principal fonte de cálcio na alimentação era pastagem localizada em solo com baixo teor de cálcio. Referidos animais apresentavam pequena produção de leite e fraturas ósseas com grande frequência. É interessante ressaltar que as vacas tinham apetite e estado de carne, normais.

Segundo Lora (1958), em bovinos e suínos, a influência negativa da carência de cálcio sobre a reprodução não é tão pronun-

ciada como no caso da carência de fósforo. Em bovinos, afeta primeiramente as reservas orgânicas, em seguida prejudica a produção leiteira e finalmente atua nas funções reprodutivas.

Rushoff (1950) ressalta que vacas, submetidas a arrastamento pobre em cálcio, abortam com frequência, fazendo-se necessária a suplementação com cálcio para melhorar a fertilidade.

Tratando-se de suínos, a hipocalcemia pode ocasionar: diminuição do número e vigor dos óvulos, mortalidade embrionária, partos difíceis, abortos, nascimento de crias mortas, prejudicando ostensivamente a fecundidade (Lora, 1958).

Outras consequências da carência de cálcio em suínos, citadas por Alba (1958), são: paralisação do trem posterior, mal crescimento e baixa utilização de forragens.

2.3.3. Magnésio

Segundo Alba (1959), é muito difícil constatar-se carência de magnésio em animais sob pastoreio, pois, este mineral se encontra nas forrageiras em níveis adequados à satisfação de suas exigências.

Viana (1965) considera, para ruminantes, desnecessária a adição de suplementos contendo magnésio nas misturas minerais, devido às exigências neste mineral serem baixas e as forragens conterem taxas adequadas à satisfação das mesmas. Salienta também ausência de informações sobre possibilidade de carência em ruminantes, no Brasil.

Consultando-se a literatura relacionada com pesquisas sobre deficiências minerais em forrageiras, na América Latina e inclusive no Brasil, nota-se, em diversos casos, falta de dados sobre o conteúdo de magnésio, fato este que evidencia não constituir, este mineral, problema em nosso meio. Dentre os trabalhos, podemos citar: Alba e Davis (1957); Jardim et al. (1952); Jardim et al. (1962b).

Andreasi et al (1966-67), efetuando levantamento da composição mineral de plantas forrageiras, notadamente nas zonas sudeste e centro do Estado de São Paulo, concluíram que, nestas áreas, o magnésio se encontra em níveis satisfatórios para a nutrição de animais mantidos exclusivamente em pastoreio.

Duncan et al (1935) provocaram, em bezerros, aparecimento de uma tetania caracterizada por baixo nível de magnésio no sangue, enquanto cálcio e fósforo apresentavam-se em níveis normais. Para tanto, submeteram os animais a arraçoamento deficiente em magnésio, utilizando dieta exclusiva de leite, ou leite mais suplemento com baixo teor de magnésio.

Os sintomas observados nos bezerros, por Duncan et al (1935), mostraram-se semelhantes aos constatados em animais acometidos de tetania da pastagem, enfermidade cuja ocorrência tem sido averiguada em diversos países da Europa.

Voisin (1965), em seu livro sobre a tetania da pastagem ou tetania hipomagnesiana, chama atenção para o fato de não podermos atribuir a manifestação desta enfermidade simplesmente à deficiência de magnésio na alimentação dos animais, preferindo afirmar que esta tetania é provocada por distúrbio no metabolismo do magnésio, sendo o desequilíbrio na composição mineral e orgânica da forrageira importante causa externa para manifestação da doença.

Kemp (1960), citado por Voisin (1965), apresenta dados mostrando a inexistência de correlação entre teor de magnésio na forrageira e taxa deste mineral no soro sanguíneo de bovinos. No entanto, observou que, sendo o teor de magnésio, na matéria seca da forrageira, igual ou superior a 0,20%, não ocorre tetania da pastagem, todavia, quando o magnésio se encontra em níveis inferiores a 0,20%, embora não obrigatoriamente, aparecem casos de tetania.

2.4. Farinha de ossos como suplemento mineral

O uso da farinha de ossos, nos casos em que se faz necessário suplementar as rações dos animais domésticos em cálcio e/ou fósforo, é universalmente difundido.

Em nosso país, segundo Viana (1965), a farinha de ossos é praticamente o único suplemento mineral de fósforo, sendo, no entanto, produzida em quantidade insuficiente às necessidades de nossa pecuária.

Conforme Conrad et al. (1963), a produção anual de farinha de ossos, no Brasil, era de aproximadamente 11.000 toneladas. Deste total, 1.050 eram produzidas pelo Estado de Minas Gerais.

As qualidades da farinha de ossos, como suplemento mineral, tem sido comprovadas em inúmeros estudos. Blosser et al (1954), após analisarem amostras de farinha de ossos, oriundas das mais diversas regiões da Terra, concluíram que a mesma é excelente fonte de cálcio, fósforo, ferro, manganês e zinco. Por sua vez, Ellis (1970), enaltecendo a farinha de ossos como fonte de cálcio e fósforo, lembra que, para seu eficiente aproveitamento por parte dos bovinos, deve ser perfeitamente degelatinizada, micropulverizada e não possuir cheiro forte.

Villares (1951a), em artigo abordando a importância do fósforo no crescimento dos bovinos, apresenta dados que evidenciam a eficiência de uso da farinha de ossos, como fonte de fósforo, na obtenção de elevados pesos, ao desmame e aos doze, dezoito e vinte e nove meses.

Em outro artigo, Villares (1951b) relata que em algumas fazendas do Brasil, usando-se farinha de ossos, a prolificidade dos bovinos passou de 53% para 85%, havendo 30% de aumento. Mais um exemplo, mostrando quão eficiente é a farinha de ossos como suplemento mineral, também relatado por Villares (1951b), refere-se ao Sul dos

Estados Unidos da América do Norte. Em certas partes desta região, a prolificidade de bovinos era 69% e o peso dos bezerros ao desmame 244 kg. Administrando-se fósforo, sob forma de farinha de ossos, elevou-se a prolificidade para 92% e o peso ao desmame passou a ser 277 kg.

Gonzales (1953), citando conclusões de trabalhos experimentais em que se estudou os efeitos da suplementação mineral de bovinos com farinha de ossos, mostra excelentes resultados relacionados com: aumento de fertilidade, velocidade de crescimento em bezerros, redução da taxa de mortalidade como consequência de melhor vigor constitucional dos bezerros.

Becker et al. (1934), fornecendo farinha de ossos, em quantidade igual a 2% da ração concentrada de vacas com carência de cálcio, conseguiram elevar o cálcio na alimentação a nível normal, obtendo completo restabelecimento dos animais.

Pesquisas tem sido efetuadas, comparando-se a farinha de ossos com outras fontes de cálcio e fósforo usadas na alimentação animal. Lima et al. (1969), trabalhando com bovinos da raça Nelore sob pastoreio, confrontaram farinha de ossos autoclavados e fosfato bicálcico. Os resultados obtidos mostraram melhor aumento de peso, associado a menor consumo do suplemento testado, nos animais que receberam fosfato bicálcico.

Lima et al (1971), utilizando bovinos zebus em regime de pasto, testaram a eficiência da farinha de ossos calcinados frente ao hiperfosfato, não encontrando diferença significativa no ganho de peso. No entanto, o consumo médio de hiperfosfato, por cabeça, foi inferior ao da farinha de ossos.

Moreira (1959) obteve interessantes resultados sobre consumo de farinha de ossos, trabalhando com três lotes de novilhos azebuados. Um dos lotes permaneceu durante todo o período experimental exclusivamente em regime de pasto. Os outros lotes receberam, du

rante a estação seca, ração suplementar de farelo de amendoim e volumoso. O consumo médio de 56,85 g/cabeça/dia foi o mais elevado, tendo sido observado no lote mantido somente em pastoreio e durante a estação seca. Este lote apresentou, também, o maior consumo médio cabeça/dia, anual, ou seja, 49,53 g. O consumo médio dos lotes que receberam suplementação foi, durante a estação seca, inferior àquele verificado na estação chuvosa.

Nunes (1971), trabalhando com mestiços zebus, exclusivamente sob pastoreio, provenientes do pantanal matogrossense, observou consumo médio de farinha de ossos igual a 443g/cabeça/dia, usando este suplemento mais sal comum. Quando a suplementação foi feita com sal mineralizado mais farinha de ossos, o consumo médio caiu para 275g/cabeça/dia.

3. MATERIAL

Utilizou-se no presente trabalho, farinhas de ossos fabricadas em vários municípios do Estado de São Paulo. A relação das amostras, com os respectivos municípios onde foram coletadas, segue-se:

- Amostra 1 (A_1)	.....	São Caetano do Sul
- Amostra 2 (A_2)	.....	São Paulo
- Amostra 3 (A_3)	.....	Limeira
- Amostra 4 (A_4)	.....	Limeira
- Amostra 5 (A_5)	.....	Limeira
- Amostra 6 (A_6)	.....	Rio Claro
- Amostra 7 (A_7)	.....	Barretos
- Amostra 8 (A_8)	.....	Pinhal
- Amostra 9 (A_9)	.....	São Paulo
- Amostra 10 (A_{10})	.....	Botucatu
- Amostra 11 (A_{11})	.....	Bauru

As amostras A_1 a A_5 e A_7 a A_{10} foram entregues como sendo farinha de ossos autoclavados. A amostra A_6 , como farinha de ossos crus e a amostra A_{11} , como farinha de ossos calcinados.

A exata procedência dos ossos utilizados na fabricação das farinhas estudadas é desconhecida. Possivelmente, ossos de bovinos que não tenham sido criados no Estado de São Paulo foram utilizados como matéria prima.

A coloração das amostras de farinhas de ossos autoclavados era amarela clara, fazendo-se exceção para a amostra cinco (A₅), esta apresentava um amarelo mais forte com pontos escuros dispersos. Coloração amarela clara, possuía, também, a amostra de farinha de ossos crus. No que se refere à farinha de ossos calcinados, a cor era cinza claro.

O odor das farinhas de ossos autoclavados e da farinha de ossos crus era de intensidade relativamente baixa, sendo que, as amostras A₂, A₃, A₄ e A₈ exalavam leve odor de amônia. A farinha de ossos calcinados apresentava-se praticamente desprovida deste característico organoléptico.

4. MÉTODOS

4.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado. Tratando-se das análises de proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, extrativos n/nitrogenados e matéria orgânica, = considera-se 10 tratamentos com 3 repetições, ou seja, amostras A₁ a A₁₀. Relativamente à matéria seca, cinza bruta e minerais, o número de tratamentos é 11 com três repetições, amostras A₁ a A₁₁.

4.2. Coleta e preparo das amostras

As amostras coletadas estavam constituídas por 3 repetições, cujos pesos eram aproximadamente 500g. Aliquotas, em número e peso uniformes, foram retiradas de uma mesma partida de farinha de ossos. Estas eram homogeneizadas e, do total, separava-se a quantidade equivalente a uma repetição.

Grande parte das amostras apresentavam granulação adequada à execução dos trabalhos analíticos. Aquelas que não satisfaziam a esta condição foram moídas de modo a atingirem granulação igual ou inferior a 1 mm.

Estando o material com granulação desejada, retirava-se de cada uma das repetições das diversas amostras, mais ou menos 100 g. Esta quantidade era acondicionada em vidros hermeticamente fechados, sendo posteriormente utilizada, em parte, nas análises.

4.3. Métodos analíticos

4.3.1. Análise convencional de Weende

A determinação dos princípios nutritivos brutos: matéria seca, extrato etéreo, fibra bruta, cinza bruta, foi realizada segundo os métodos descritos pela "Association of Official Agricultural Chemists" (A.O.A.C., 1965). A proteína bruta foi determinada através da dosagem do nitrogênio total, seguindo-se o método de Kjeldahl modificado, conforme descrição de Moraes (1970).

4.3.2. Investigação da natureza da fração fibra bruta

Nesta fase da pesquisa, submetia-se 4g de farinha de ossos às diversas etapas do método descrito pela "Association of Official Agricultural Chemists (A.O.A.C., 1965), para determinação da fibra bruta. Desta forma, era obtido um resíduo formado por fibra bruta e matéria mineral. Em seguida, com uso do método Kjeldahl modificado, determinou-se, por meio da dosagem do nitrogênio total presente no resíduo, a proteína bruta contida na fibra bruta.

4.3.3. Minerais

4.3.3.1. Preparação da solução de cinzas para determinação do cálcio, magnésio e fósforo^{1/}

Princípio

As cinzas solúveis são postas em solução em meio ácido. A parte insolúvel é filtrada.^{2/}

^{1/} Harris, L.E. 1970. Os métodos químicos e biológicos empregados na análise de alimentos.

^{2/} O peso seco da parte insolúvel corresponde à quantidade de sílica presente no material.

Equipamento

- (a) Aquecedor de chapa

Reagentes

- (a) HCl concentrado

Procedimento

(a) Adicione 5 ml de HCl concentrado aos cadinhos de porcelana contendo as amostras de cinzas,

(b) Adicione cerca de 20 ml de água destilada e coloque no aquecedor a 100°C. Evapore a amostra até cerca de 10 ml.

(c) Adicione 10 ml de água destilada e aqueça até 90°C. Esfrie e filtre as amostras através de um papel de filtro tipo Sharkskin, S & S (papel de filtro com baixo teor em cinzas), num funil de pescoço longo dentro de um frasco volumétrico de 100 ml. Lave os cadinhos e o papel de filtro com água destilada.

(d) Complete a solução ao volume com água destilada.

4.3.3.2. Determinação do cálcio 1/

Princípio

O ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA) em solução básica forma com cálcio, magnésio e outros metais, um complexo solúvel e levemente ionizado. Quando o íon Mg está presente o Eriocromo Preto T é um bom indicador do ponto final. O Ca é complexado com EDTA antes do Mg. Assim, uma solução desconhecida de cálcio contendo uma quantia conhecida de magnésio pode ser titulada com EDTA para determinar o cálcio presente. Interferência por outros íons precisa ser eliminada.

Equipamento

- (a) Micro-buretas

1/ Harris, L.E. 1970. Os métodos químicos e biológicos empregados na análise de alimentos.

Reagentes

(a) Solução Tampão. Misture 67,5 g de cloreto de amônio com 570 ml de hidróxido de amônio concentrado e dilua até 1 litro.

(b) Indicador. Dissolva 0,25 g Eriocromo Preto T em 50 ml de dietanolamina.

(c) Solução de sulfato de magnésio. Dissolva cerca de 2,0 g de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ em 1 litro de água. O título deve ser determinado exatamente na solução de Versanato. (1 ml da solução de sulfato de magnésio é equivalente a quantos mililitros da solução de Versanato).

(d) Solução de EDTA. Dissolva 6,65 g de etilenodiaminotetraacétato de sódio (EDTA) em água suficiente para fazer 1 L. da solução. O título exato deve ser determinado com uma solução padrão de Cálcio. (1,0 ml de EDTA é equivalente a quantos miligramas de cálcio).

(e) Oxalato de amônio saturado.

(f) Ácido clorídrico concentrado.

(g) Indicador vermelho de metila. 0,1% em solução alcoólica. Dissolva 0,1 g em álcool etílico a 95% e dilua a 100 ml.

(h) Cálcio padrão. (Um miligrama de Ca/ml). Dissolva 2,4973g de carbonato de cálcio puro em cerca de 100 ml de HCl diluído. Dilua a exatamente 1 litro com água.

(i) Hidróxido de amônio a 1%. Dilua 10 ml. do reagente NH_4OH em 1 litro de água.

Procedimento

(a) Pipete uma alíquota da solução de cinzas contendo entre 0,005 mg a 1,5 mg de cálcio num tubo centrífugo de ponta cônica de 15 ml, contendo 3 ml de oxalato de amônio saturado.

(b) Adicione 1 gota de vermelho de metila e ajuste o pH entre 5,0 a 5,5 (o indicador torna-se rosa claro) usando uma solução diluída de ácido clorídrico ou de hidróxido de amônio. Misture bem os componentes, deixe descansar por uma hora e centrifugue por 5 min a 3.000 rpm.

(c) Cuidadosamente derrame o líquido supernatante, re-suspenda o precipitado e lave os lados do tubo com cerca de 3 ml de hidróxido de amônio a 1%, centrifugue e de novo derrame o líquido supernatante.

(d) Dissolva o precipitado em 0,5 ml de ácido clorídrico concentrado. Lave a amostra com água destilada num beaker de 100 ml. Dilua até cerca de 30 ml e adicione 5,0 ml do tampão e algumas gotas de Eriocromo Preto T.

(e) Adicione 0,5 ml de sulfato de magnésio com uma bureta. A cor deve ser vermelho vinho.

(f) Adicione a solução de EDTA com uma bureta até que se obtenha uma coloração azul puro e adicione de 0,1 a 0,5 ml extra. Titule o excesso com a solução de sulfato de magnésio até que o primeiro sinal de vermelho vinho apareça na solução azul.

(g) Se um ponto final bem definido não puder ser obtido, adicione cerca de 0,25 g de cianeto de sódio à amostra, após a adição da solução tampão.

4.3.3.3. Determinação do Fósforo 1/

Princípio

O íon ortofosfato reage com o molibdato de amônio formando um composto fosfomolibdato. O composto fosfomolibdato é reduzido a molibdênio azul com o ácido 1-amino-2-naftol-4-sulfônico. A cor azul formada é diretamente proporcional ao ortofosfato presente.

1/ Harris, L.E. 1970. Os métodos químicos e biológicos empregados na análise de alimentos.

Equipamento

(a) Spectronic "20" ou espectrofotômetro equivalente. 2/

Reagentes

(a) Solução padrão de fósforo. Dissolva 0,4394 g de KH_2PO_4 puro e seco em 300 ml de água destilada e 200 ml de ácido sulfúrico 1:35. Adicione algumas gotas de permanganato de potássio a 2% como preservativo e dilua com água até completar 1 litro. Cada mililitro conterá 0,1 mg de fósforo. Dilua de acordo com as necessidades para estabelecer o padrão.

(b) Solução 10 N de ácido sulfúrico. Derrame cuidadosamente 555 ml de ácido sulfúrico concentrado em 1,445 ml de água.

(c) Reagente molibdato de amônio. Dissolva 12,5 g de molibdato de amônio em cerca de 100 ml de água. Coloque 150 ml de ácido sulfúrico 10 N num frasco volumétrico de 500 ml. Adicione a solução de molibdato à de ácido sulfúrico. Dilua até 500 ml com água destilada e misture vigorosamente. Guarde no refrigerador. Mantenha a solução bem tampada. Solução de bisulfito de sódio, 15%. Dissolva 15 g de bisulfito de sódio em água destilada e complete a 100 ml de volume.

(e) Sulfito de sódio, 20%. Dissolva 10 g de sulfito de sódio anidro em água destilada e complete até 50 ml de volume.

(f) Reagente ácido sulfônico aminonaftol. Pese 250 mg de ácido 1,2,4-sulfônico aminonaftol. Faça uma pasta com uma ou duas gotas da solução de bisulfito de sódio a 15%. Em seguida adicione 97,5 ml da solução de bisulfito de sódio a 15% e 2,5 da solução de sulfito de sódio a 20%. Se todo ácido sulfônico aminonaftol não dissolver prontamente, adicione mais da solução de sulfito de sódio a 20%, 0,5 ml por vez, até que se de completa solução. Não adicione em excesso. Deixe descansar durante a noite e

2/ Usou-se o colorímetro fotoelétrico Klett-Summerson

então filtre em papel Whatman nº 41. Guarde em vidro de cor escura.

Procedimento

(a) Pipete uma alíquota da solução de cinzas que contenha entre 0,01 mg a 0,2 mg de fósforo num frasco volumétrico de 50 ml. Adicione cerca de 25 ml de água destilada. Adicione 5 ml do reagente molibdato de amônio. Gire o frasco para misturar a solução. Adicione 2 ml do reagente ANSA (ácido sulfônico aminonaf-tol). Encha ao volume com água. Tampe e mexa bem.

(b) Registre a absorvância da solução a exatamente 20 minutos após a adição do reagente ANSA. Compare a absorvância usando água destilada como branco em lugar da alíquota da amostra. Leia a concentração de fósforo comparando a absorvância a uma curva padrão de fósforo preparada previamente, indo de 0,01 a 0,25 mg de fósforo por 50 ml.

4.3.3.4. Determinação do magnésio

A determinação do magnésio foi realizada, a partir da solução de cinzas, no espectrofotômetro de Absorção Atômica, Perkin-Elmer-303.

4.4. Análise estatística

Os dados obtidos foram estatisticamente analisados, conforme Gomes (1966). A significância das análises de variância foi examinada pelo teste F, aos níveis de 5% e 1% de probabilidade. A comparação entre as médias dos diferentes tratamentos foi efetuada através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Procurando-se encontrar inter-relações entre as variáveis estudadas, empregou-se a análise de correlação, tendo sido a significância de r considerada nos níveis de 5% e 1% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios obtidos para a composição das farinhas de ossos encontram-se nas tabelas que constituem o Apêndice, às páginas 71, 72, 73, 74 e 75.

As Tabelas 1 e 2 contém, respectivamente, a composição das farinhas de ossos em percentagem do material parcialmente seco e da matéria seca. Nas Tabelas 3 e 4, estão, respectivamente, os dados referentes à composição das farinhas de ossos autoclavados, em percentagem do material parcialmente seco e da matéria seca. Os resultados da Tabela 5 dizem respeito à variação, na composição das farinhas de ossos autoclavados, dada em percentagem do material parcialmente seco. Na Tabela 6, está a mesma variação em percentagem da matéria seca. Os teores de proteína bruta, na fibra bruta das farinhas de ossos, são explicitados na Tabela 7.

As análises da variância dos teores dos constituintes dosados, bem como a comparação de seus valores médios, pelo teste de Tukey, e as correlações estabelecidas, são expostas, em quadros, durante o desenvolvimento deste capítulo.

5.1. Matéria seca

A análise da variância dos teores de matéria seca, conforme o Quadro 1, tem F significativo ao nível de 1% de probabilidade

QUADRO 1 - Análises da variância dos teores de matéria seca e dos teores de proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta, na matéria seca, das farinhas de ossos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MATÉRIA SECA				
TRATAMENTOS	10	98,1630	9,8163	17,3081**
RESÍDUO	22	12,4772	0,5671	
TOTAL	32	110,6403		
C.V. = 0,79				
PROTEÍNA BRUTA				
TRATAMENTOS	9	633,1393	70,3488	369,9676**
RESÍDUO	20	3,8029	0,1901	
TOTAL	29	636,9423		
C.V. = 2,26				
EXTRATO ETÉREO				
TRATAMENTOS	9	116,6725	12,9636	98,9664**
RESÍDUO	20	2,6197	0,1309	
TOTAL	29	119,2923		
C.V. = 9,63				
FIBRA BRUTA				
TRATAMENTOS	9	7,6674	0,8519	43,8843**
RESÍDUO	20	0,3882	0,0194	
TOTAL	29	8,0557		
C.V. = 10,90				

** = F significativo (1%)

QUADRO 2 - Comparação entre os teores médios de matéria seca e proteína bruta na matéria seca, das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey.

MATÉRIA SECA

$$\triangle_{5\%} = 2,20$$

$$A_1 > A_3, A_4, A_8$$

$$A_2 > A_3, A_4$$

$$A_5 > A_4$$

$$A_6 > A_2, A_3, A_4, A_5, A_8, A_{11}$$

$$A_7 > A_3, A_4, A_8$$

$$A_8 > A_4$$

$$A_9 > A_3, A_4, A_8$$

$$A_{10} > A_3, A_4, A_8$$

$$A_{11} > A_4$$

PROTEÍNA BRUTA

$$\triangle_{5\%} = 1,26$$

$$A_1 > A_2, A_3, A_4, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}$$

$$A_2 > A_7$$

$$A_3 > A_2, A_4, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}$$

$$A_4 > A_6, A_7$$

$$A_5 > A_2, A_3, A_4, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}$$

$$A_6 > A_7$$

$$A_8 > A_2, A_4, A_6, A_7, A_9, A_{10}$$

$$A_9 > A_2, A_6, A_7$$

$$A_{10} > A_2, A_4, A_6, A_7, A_9$$

QUADRO 3 - Comparação entre os teores médios de extrato etéreo e fibra bruta, na matéria seca das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey.

EXTRATO ETÉREO

$$\Delta_{5\%} = 1,04$$

$$A_1 > A_4$$

$$A_2 > A_1, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9$$

$$A_3 > A_1, A_4, A_6, A_7$$

$$A_5 > A_1, A_4, A_6, A_7$$

$$A_7 > A_4$$

$$A_8 > A_1, A_4, A_6, A_7$$

$$A_9 > A_4, A_6, A_7$$

$$A_{10} > A_1, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9$$

FIBRA BRUTA

$$\Delta_{5\%} = 0,40$$

$$A_6 > A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_7, A_8, A_9, A_{10}$$

$$A_7 > A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_8, A_9, A_{10}$$

$$A_8 > A_1, A_4$$

$$A_9 > A_1, A_4$$

$$A_{10} > A_4$$

de. Por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade -- Quadro 2 -- obteve-se diferenças significativas entre as farinhas analisadas.

Os teores de matéria seca são sempre superiores a 90%, com variação de 90,84 a 97,25% -- Tabela 1 -- resultados semelhantes aos constatados por Blosser et al. (1954).

A média de matéria seca das amostras de farinha de ossos autoclavados -- Tabela 3 -- é 94,26. A amostra 6, farinha de ossos crus, apresenta 97,25% e a amostra 11, farinha de ossos calcinados, 94,52% -- Tabela 1.

Os elevados conteúdos de matéria seca encontrados confirmam os valores médios citados por Morrison (1959), Blosser et al. (1954), NAS (1969), os quais nunca são inferiores a 93%.

5.2. Proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, extrativos n/nitrogenados e matéria orgânica.

As análises da variância para os teores destes princípios nutritivos brutos -- F significativo ao nível de 1% de probabilidade, Quadros 1 e 4 -- e a comparação de seus valores médios, pelo teste de Tukey -- nível de 5% de probabilidade, Quadros 2, 3 e 5 -- evidenciam a falta de uniformidade do material estudado.

5.2.1. Farinha de ossos autoclavados

A variação do teor de proteína bruta -- Gráfico 1 -- é bastante acentuada, indo de 8,83, amostra 7, a 23,98, amostra 1, mostrando-se, no entanto, inferior àquela observada por Blosser et al. (1954). Os valores da proteína bruta, excetuando a amostra 7, estão acima de 15%, tendendo para o limite máximo de 25% dado por Pardi e Bifone (1962), e superam as médias apresentadas por Blosser et al. (1954), Morrison (1959), NAS (1969), Titus (1961), todas iguais ou inferiores a 13% e maiores que 7%.

QUADRO 4 - Análises da variância dos teores de extrativos n/nitrogenados, matéria orgânica e cinza bruta, na matéria seca das farinhas de ossos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
EXTRATIVOS N/NITROGENADOS				
TRATAMENTOS	9	41,3504	4,5944	6,1311**
RESÍDUO	20	14,9872	0,7493	
TOTAL	29	56,3376		
C.V. = 34,91				
MATÉRIA ORGÂNICA				
TRATAMENTOS	9	632,5323	70,2813	160,9361**
RESÍDUO	20	8,7340	0,4367	
TOTAL	29	641,2664		
C.V. = 2,47				
CINZA BRUTA				
TRATAMENTOS	10	2570,2800	257,0280	647,4160**
RESÍDUO	22	8,7341	0,3970	
TOTAL	32	2579,0141		
C.V. = 0,83				

** = F significativo (1%)

QUADRO 5 - Comparação entre os teores médios de extrativos n/nitrogenados, matéria orgânica e cinza bruta, na matéria seca das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey.

EXTRATIVOS NÃO NITROGENADOS

$$\triangle 5\% = 2,50$$

$A_7 > A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_8, A_9$

MATÉRIA ORGÂNICA

$$\triangle 5\% = 1,91$$

$A_1 > A_2, A_4, A_6, A_7, A_8, A_9$

$A_2 > A_4, A_6, A_7, A_9$

$A_3 > A_2, A_4, A_6, A_7, A_9$

$A_4 > A_7$

$A_5 > A_1, A_2, A_3, A_4, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}$

$A_6 > A_7$

$A_8 > A_4, A_6, A_7, A_9$

$A_9 > A_4, A_6, A_7$

$A_{10} > A_2, A_4, A_6, A_7, A_9$

CINZA BRUTA

$$\triangle 5\% = 1,84$$

$A_1 > A_5$

$A_2 > A_1, A_3, A_5, A_{10}$

$A_3 > A_5$

$A_4 > A_1, A_2, A_3, A_5, A_8, A_9, A_{10}$

$A_6 > A_1, A_2, A_3, A_5, A_8, A_9, A_{10}$

$A_7 > A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_8, A_9, A_{10}$

$A_8 > A_1, A_5$

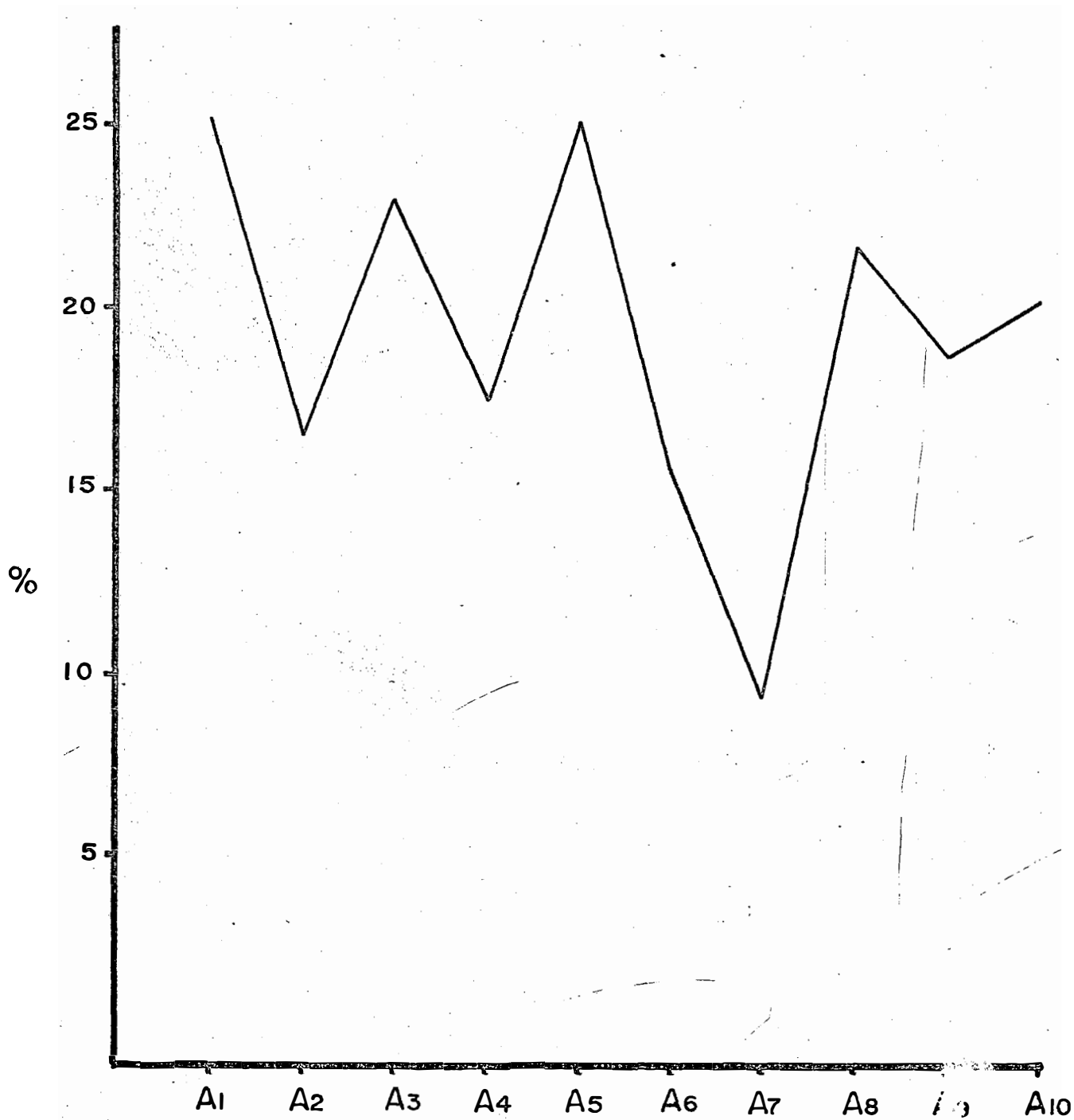
$A_9 > A_1, A_2, A_3, A_5, A_8, A_{10}$

$A_{10} > A_5$

$A_{11} > A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}$

GRAFICO 1

Teores médios de proteína bruta na matéria seca das
farinhas de ossos.



Extrato etéreo, fibra bruta e extrativos n/nitrogenados existem em pequenas quantidades, quando comparados aos demais princípios nutritivos brutos. Os teores médios - Tabela 3 - seguem-se: extrato etéreo, 3,79%; fibra bruta, 1,07%; extrativos n/nitrogenados, 2,38%.

Os valores para extrato etéreo, dados por Blosser et al. (1954) e Morrison (1959), são inferiores. Titus (1961) admite teor de 6,5% e NAS (1969), 3,2%.

No tocante à fibra bruta e extrativos n/nitrogenados, os resultados acham-se em torno daqueles apresentados por Morrison (1959) e Titus (1961).

As quantidades de matéria orgânica presentes nas amostras de farinha de ossos autoclavados encontram-se na Tabela 1. A variação observada, na Tabela 5 e, o conteúdo médio, na Tabela 3.

5.2.2. Farinha de ossos crus

A composição da amostra 6, farinha de ossos crus - Tabela 1 - nos princípios nutritivos brutos, abordados neste sub-item, é a seguinte: proteína bruta, 15,23%; extrato etéreo, 1,37%; fibra bruta, 2,47%; extrativos n/nitrogenados, 1,81%; matéria orgânica, 20,90%.

O conteúdo de proteína bruta neste tipo de farinha, segundo Pardi e Bifone (1962), vai de 20% a 25%. Para Morrison (1959), deve ser em média 26%. Admitindo nível mais baixo temos NAS (1969) com 17,8%.

A quantidade de extrato etéreo é inferior ao preconizado por Pardi e Bifone (1962), Morrison (1959), NAS (1969).

A fibra bruta está em nível superior à média dada por Morrison (1959). O mesmo não acontece com extrativos n/nitrogenados.

QUADRO 6 -- Análises da variância dos teores de cálcio, fósforo e magnésio, na matéria seca das farinhas de ossos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
CÁLCIO				
TRATAMENTOS	10	600,6463	60,0646	110,4085 **
RESÍDUO	22	11,9684	0,5440	
TOTAL	32	612,6147		
		C.V. = 3,19		
FÓSFORO				
TRATAMENTOS	10	208,8987	20,8898	189,4810 **
RESÍDUO	22	2,4254	0,1102	
TOTAL	32	211,3242		
		C.V. = 2,77		
MAGNÉSIO				
TRATAMENTOS	10	3,3346	0,3334	809,1359 **
RESÍDUO	22	0,0090	0,0004	
TOTAL	32	3,3436		
		C.V. = 3,49		

** = F significativo (1%)

5.3. Cinza bruta, cálcio, fósforo e magnésio

Nos Quadros 4 e 6, estão as análises da variância dos teores de cinza bruta, cálcio, fósforo e magnésio, todas com F significativo ao nível de 1% de probabilidade. Os resultados da comparação de seus valores médios, pelo teste de Tukey - nível de 5% de probabilidade - encontram-se nos Quadros 5, 7 e 8, comprovando que as farinhas de ossos estudadas diferem estatisticamente. O Quadro 9 contém dados referentes às correlações.

5.3.1. Farinha de ossos autoclavados

As amostras de farinha de ossos autoclavados apresentam em média: cinza bruta, 68,51%; cálcio, 21,16%; fósforo, 11,10%; magnésio, 0,45% - Tabela 3.

O teor de cinza bruta está acima do limite mínimo de 55%, dado por Pardi e Bifone (1962). Os valores médios, fornecidos por Morrison (1959) e Blosser et al. (1954), superam 80%. No entanto, NAS (1969) e Titus (1961) expõem médias que vão de 71% a 73,8%.

As quantidades de cálcio e fósforo estão abaixo das médias expostas por Morrison (1959), Titus (1961), Maynard e Loosli (1951), Crampton e Lloyd (1959), NAS (1969) e Blosser et al. (1954), estas, no caso de cálcio, encontram-se acima de 28% e, para fósforo, são maiores que 13%.

Os teores de cálcio e fósforo aproximam-se daqueles que, segundo Morrison (1959), Maynard e Loosli (1951) e Crampton e Lloyd (1959), existem na farinha de ossos crus ou cozidos.

Tratando-se do magnésio, 0,45% deste mineral fica aquém das médias encontradas em Morrison (1959), NAS (1969) e Blosser et al. (1954), sempre superiores a 0,60%.

A variação dos teores de cinza bruta, cálcio, fósforo e magnésio pode ser visualizada por meio dos Gráficos 2, 3, 4 e 6, respectivamente. Esta tem menor amplitude que a variação constatada por

QUADRO 7 - Comparação entre os teores médios de cálcio e fósforo, na matéria seca das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey.

CÁLCIO

$$\Delta_{5\%} = 2,15$$

$$A_1 > A_5, A_6, A_7$$

$$A_2 > A_5, A_6, A_7$$

$$A_3 > A_6, A_7$$

$$A_4 > A_3, A_5, A_6, A_7, A_9$$

$$A_5 > A_6$$

$$A_7 > A_6$$

$$A_8 > A_5, A_6, A_7$$

$$A_9 > A_6$$

$$A_{10} > A_5, A_6, A_7$$

$$A_{11} > A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}$$

FÓSFORO

$$\Delta_{5\%} = 0,97$$

$$A_1 > A_5, A_6, A_7$$

$$A_2 > A_5, A_6, A_7, A_{10}$$

$$A_3 > A_6, A_7$$

$$A_4 > A_1, A_2, A_3, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}$$

$$A_5 > A_6$$

$$A_7 > A_6$$

$$A_8 > A_5, A_6, A_7$$

$$A_9 > A_6$$

$$A_{10} > A_6$$

$$A_{11} > A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}$$

QUADRO 8 - Comparação entre os teores médios de magnésio na matéria seca das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey.

MAGNÉSIO	
	$\Delta_{5\%} = 0,05$
$A_2 > A_9, A_{10}$	
$A_3 > A_9, A_{10}$	
$A_4 > A_5, A_9, A_{10}$	
$A_6 > A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}$	
$A_7 > A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}$	
$A_{11} > A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_8, A_9, A_{10}$	

QUADRO 9 - Correlações dos teores de cinza bruta versus cálcio, versus fósforo, versus magnésio e de cálcio versus fósforo, na matéria seca das farinhas de ossos.

	Cálcio	Fósforo	Magnésio
Cinza Bruta	0,39*	ns	ns
Fósforo	0,96**		

* = r significativo (5%) ** = r significativo (1%)
 ns = r não significativo

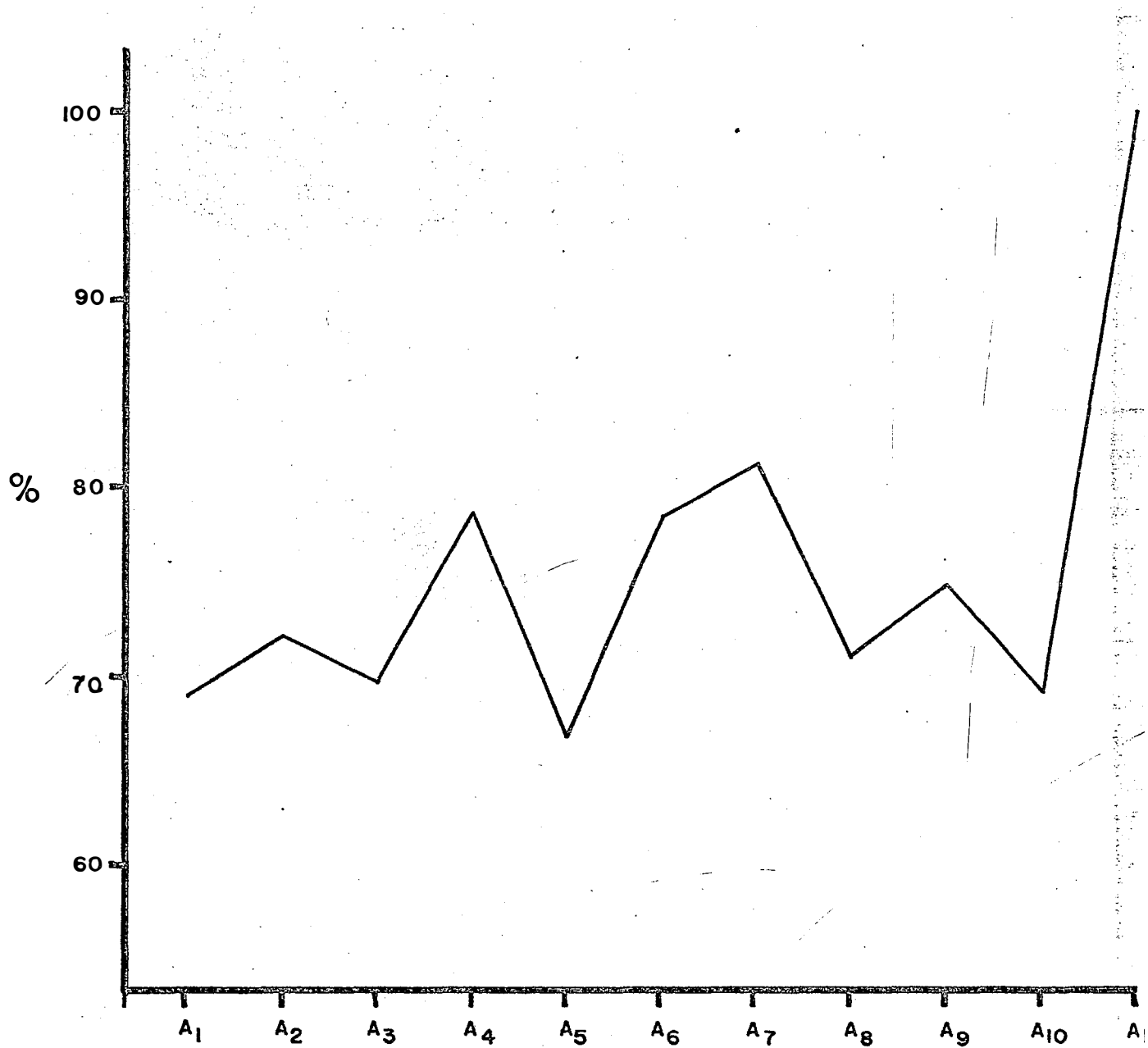
QUADRO 10 - Correlações dos teores de sílica versus cálcio, versus fósforo, versus magnésio, na matéria seca das farinhas de ossos

	Cálcio	Fósforo	Magnésio
Sílica	- 0,87**	- 0,79**	0,81**

** = r significativo (1%)

GRÁFICO 2

Teores médios de cinza bruta na matéria seca das farinhas de ossos.



Blosser et al. (1954).

No Gráfico 5, contendo os teores de cinza bruta, em ordem crescente, comparados com os de cálcio e fósforo, nota-se que a cinza bruta elevada não corresponde, obrigatoriamente, a alto nível de cálcio ou fósforo. O contrário depreende-se do exame das curvas para cálcio e fósforo, praticamente idênticas.

Os resultados obtidos para as correlações de cinza bruta versus cálcio, versus fósforo, versus magnésio - Quadro 9 - apóiam as observações feitas com base no Gráfico 5, notadamente com relação ao fósforo, e incluem, na mesma situação, o magnésio. A elevada correlação positiva para cálcio versus fósforo - Quadro 9 - explica a semelhança entre as curvas destes minerais.

5.3.2. Farinha de ossos crus

Na farinha de ossos crus, amostra 6, encontram-se os seguintes teores: cinza bruta, 76,35%; cálcio, 16,17%; fósforo, 7,16%; magnésio, 1,48%.

As quantidades de cinza bruta e magnésio são acentuadamente superiores às médias de Morrison (1959) e os teores de cálcio e fósforo bastante inferiores aos níveis médios apresentados por Morrison (1959), Maynard e Loosli (1951), Crampton e Lloyd (1959), NAS (1969).

O teor de magnésio, da amostra 6, quando comparado com o existente nas amostras de farinha de ossos autoclavados e amostra de farinha de ossos calcinados, pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade - Quadro 8 - mostra-se estatisticamente superior. O contrário ocorre com cálcio e fósforo - Quadro 7.

5.3.3. Farinha de ossos calcinados

A amostra 11, farinha de ossos calcinados, possui: cinza bruta, 94,46%; cálcio, 32,83%; fósforo, 17,25%; magnésio, 0,54% -

GRAFICO 3

Teores médios de cálcio na matéria seca das farinhas de ossos.

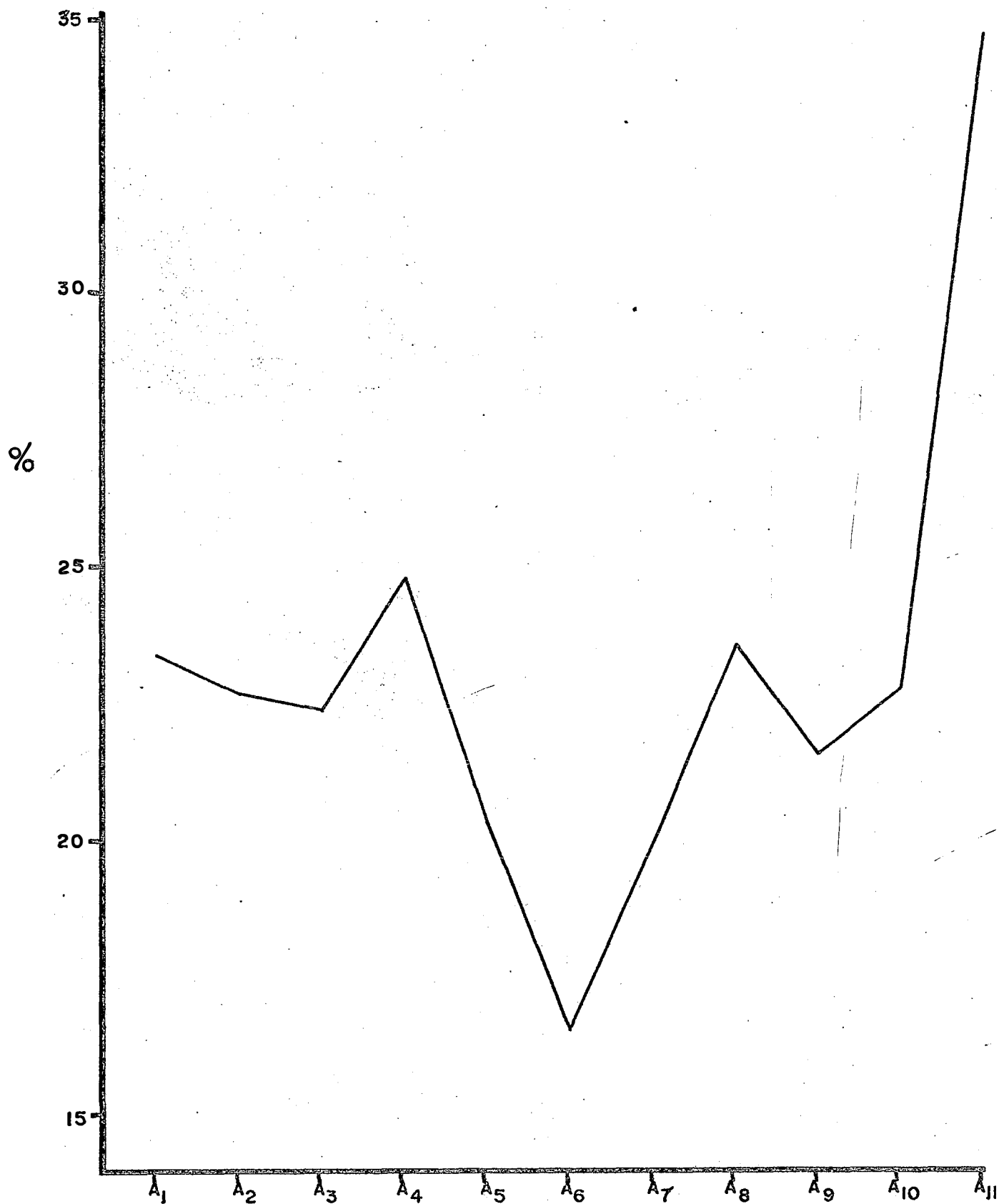


GRAFICO 4

Teores médios de fósforo na matéria seca das farinhas de ossos.

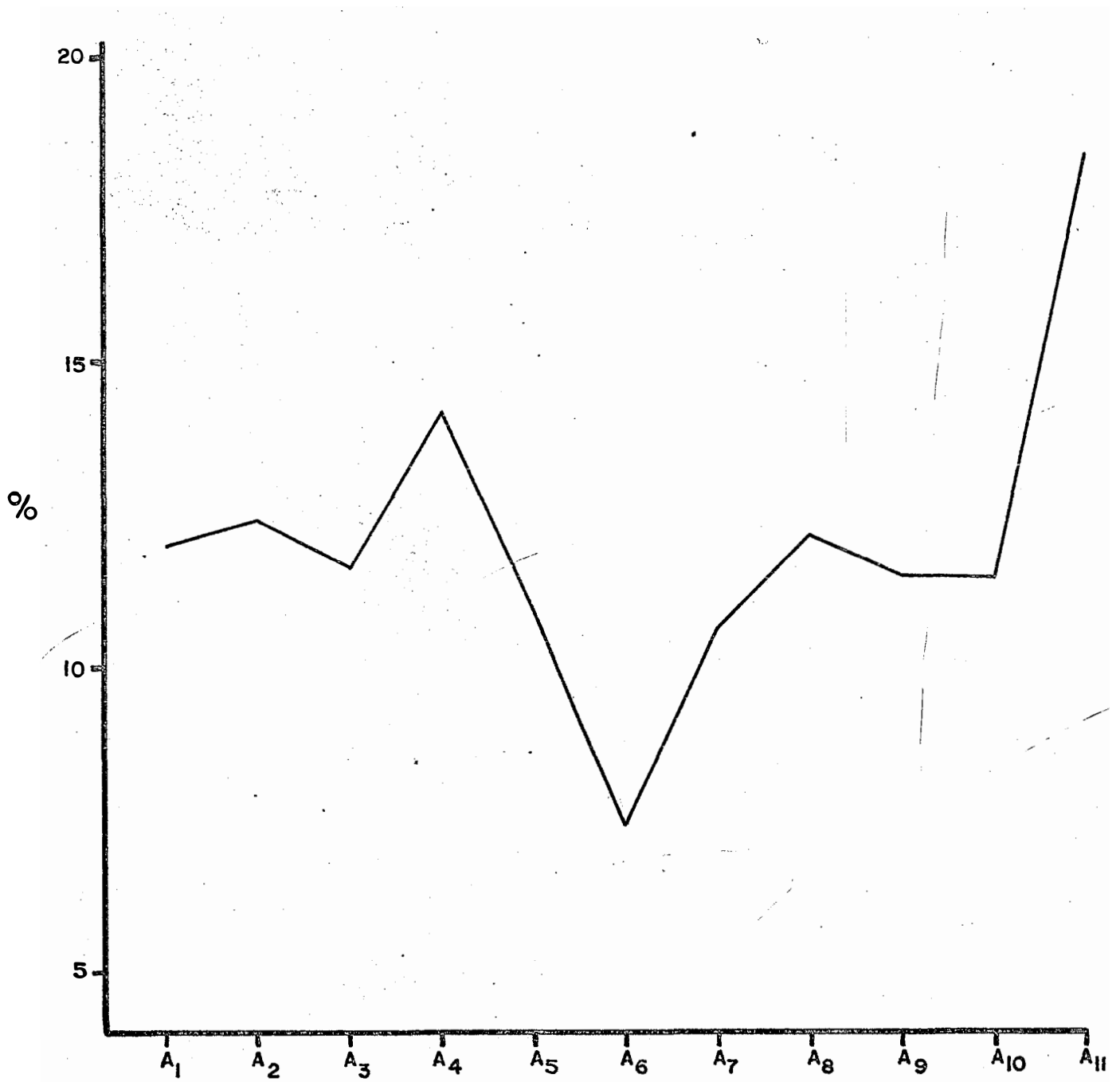


GRÁFICO 5

Teores médios de cinza bruta (ordem crescente), cálcio e fósforo, na matéria seca das farinhas de ossos.

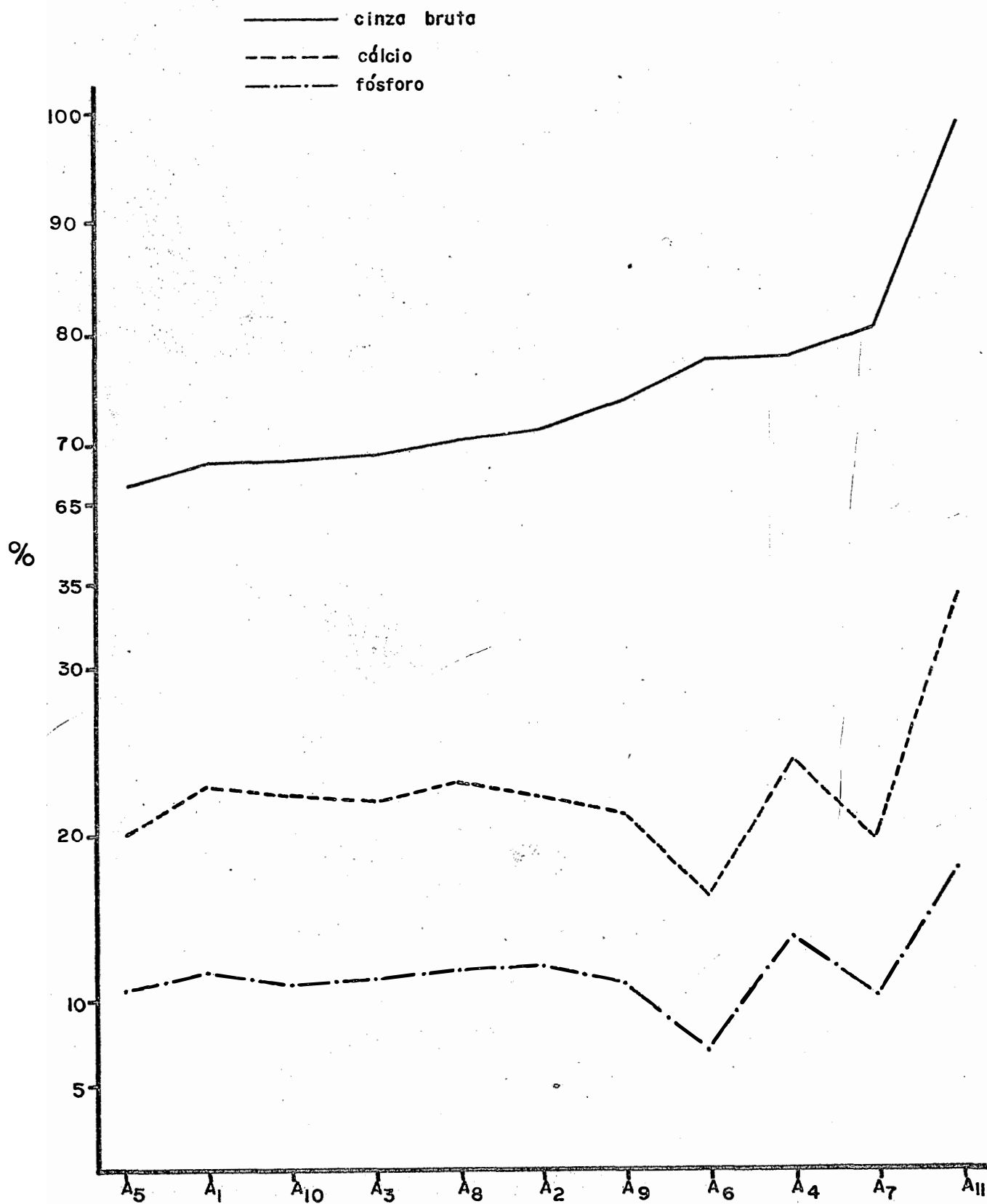


GRAFICO 6

Teores médios de magnésio na matéria seca das farinhas de ossos.

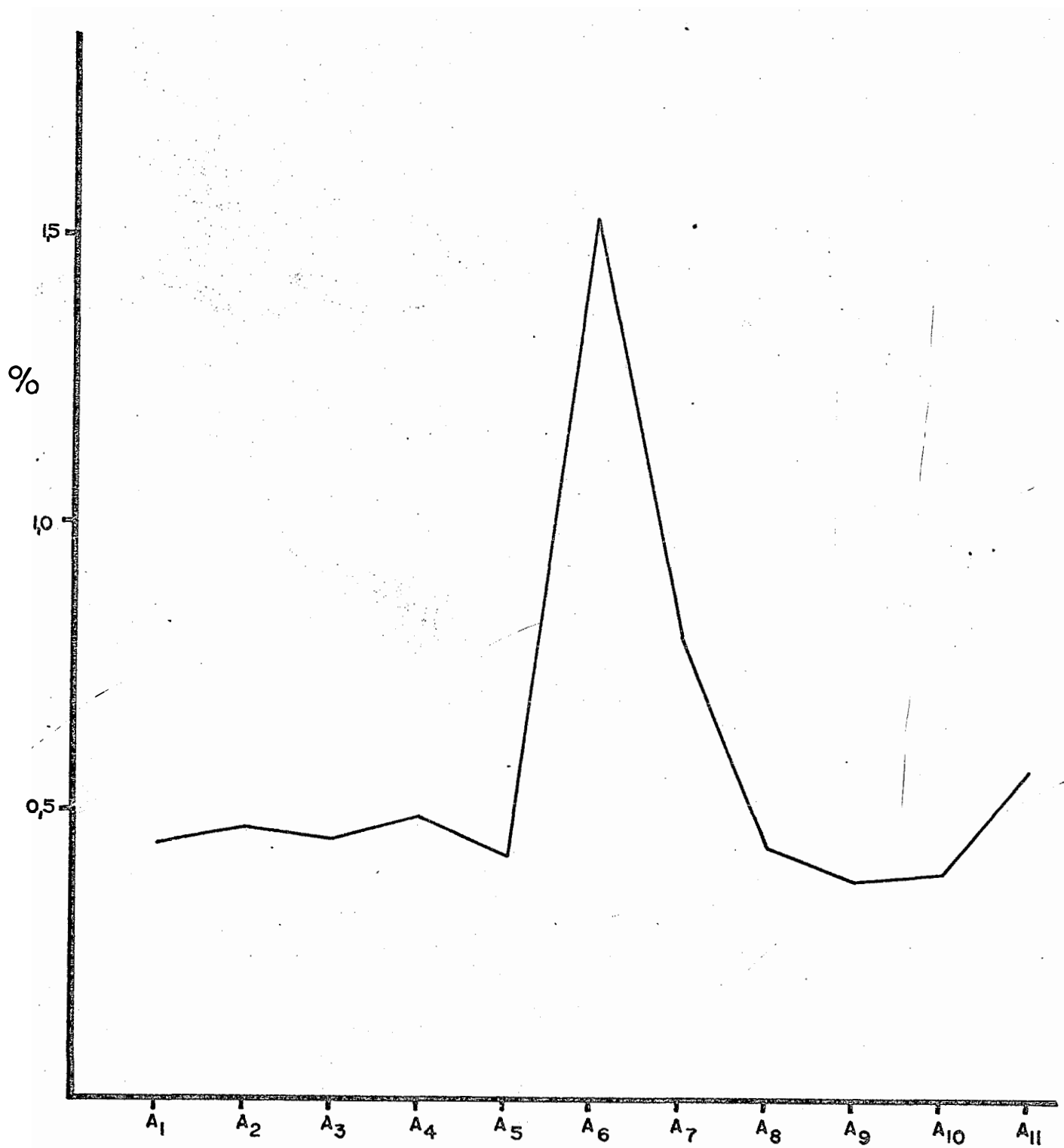


Tabela 1. O teor de cinza bruta equivale ao de matéria seca, já que constituintes de natureza orgânica inexistem.

Na comparação dos resultados acima com os dados fornecidos por Crampton e Lloyd (1959) e NAS (1969), relativos à composição de "ossos calcinados" (spent bone black or bone char), nota-se superioridade da amostra 11 em cálcio e fósforo. Quanto ao magnésio não há diferença. Todavia, a ausência de matéria orgânica, na amostra 11, constitui notável diferença em termos de natureza química.

Os teores de cinza bruta, cálcio e fósforo, encontrados nesta amostra, superam aqueles presentes nas amostras de farinha de ossos autoclavados e amostra de farinha de ossos crus, quando confrontados pelo teste de Tukey - nível de 5% de probabilidade - Quadros 5 e 7. Quanto ao magnésio - Quadro 8 - comparação feita com o mesmo teste, e em idêntico nível de significância, a amostra 11 está em posição de inferioridade somente em relação às amostras 6 e 7.

5.4. Sílica

Quatro das farinhas de ossos estudadas contêm sílica - Tabela 1. A amostra 6, farinha de ossos crus, apresenta o mais elevado teor desta substância contaminante, 13,44%. As amostras 7, 8 e 10, todas de farinha de ossos autoclavados, possuem respectivamente: 5,82%; 7,64%; 0,89%.

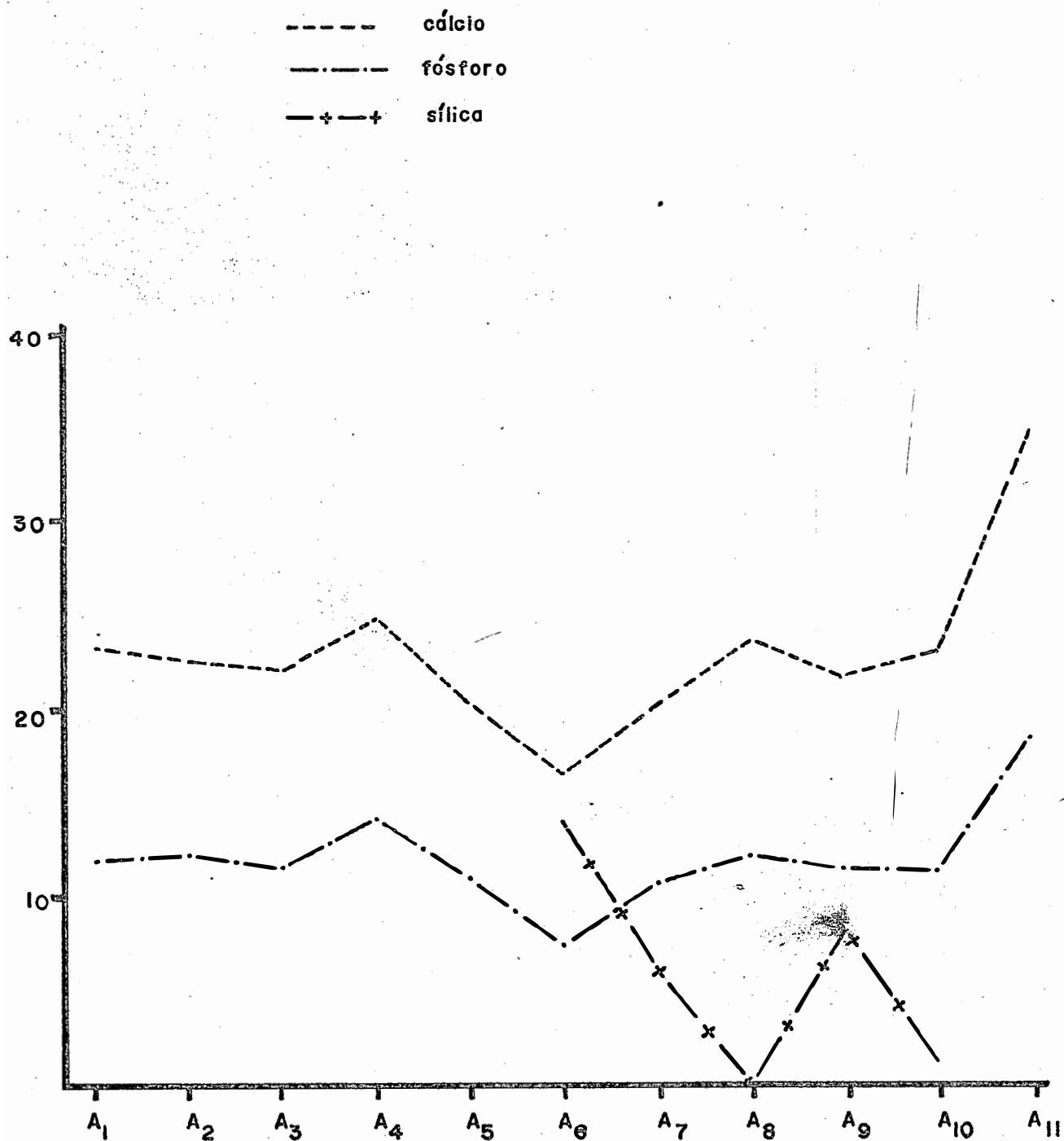
A presença de sílica em farinha de ossos, de acordo com os resultados obtidos para as correlações deste material versus cálcio, versus fósforo - negativas com coeficientes significativos a nível de 1% de probabilidade - Quadro 9 - deprime os teores de cálcio e fósforo.

Nestas condições, é lícito admitir que os teores de cálcio e fósforo presentes nas amostras 6, 7 e 9, caso as mesmas não tivessem sofrido contaminação com sílica, seriam maiores.

No Gráfico 7, confrontam-se as curvas para cálcio, fós-

GRÁFICO 7

Teores médios de cálcio, fósforo e sílica, na matéria seca das farinhas de ossos.



foro e sílica.

A correlação entre sílica e magnésio - Quadro 10 - é positiva com coeficiente significativo ao nível de 1% de probabilidade. Por outro lado, os mais elevados teores de magnésio encontram-se nas amostras 6 e 7 - Gráfico 6. A provável explicação para estes fatos é que a contaminação tenha ocorrido com silicato rico em magnésio, exceto na amostra 9.

5.5. Natureza da fração fibra bruta

A fibra bruta é considerada a fração do alimento constituída por celulose, lignina, pentosanas, suberina, e cutina, carboidratos total ou parcialmente insolúveis em ácidos e álcalis fracos.

O osso, matéria prima para fabricação das farinhas de ossos, não apresenta em sua composição nenhuma das substâncias acima citadas, próprias dos tecidos vegetais.

Supor que os componentes da fração fibra bruta, tratando-se de farinha de ossos, sejam aqueles encontrados nos vegetais é evidentemente fora de lógica.

Diante destes fatos, resolveu-se dosar nitrogênio na fibra bruta das amostras de farinha de ossos.

Os resultados alcançados, expressos como proteína bruta, indicam que a fibra bruta de farinha de ossos é, quase que totalmente, protéica.

Os teores de proteína bruta - Tabela 7 - variam de 91,30% - amostra 8 - a 35,43% - amostra 6 - com valor médio igual a 71,5%. Excetuando as amostras 6, 7 e 10, as demais apresentam teores acima de 65%.

A correlação entre proteína bruta das amostras de farinha de ossos e proteína bruta na fibra bruta das amostras de farinha de ossos é significativa ao nível de 5% de probabilidade ($r = 0,38$).

Desta forma, quando se determina proteína bruta, em farinha de ossos, a fibra bruta é quase que totalmente incluída.

A análise da variância para os teores de proteína bruta na fibra bruta - Quadro 11 - tem F significativo ao nível de 1% de probabilidade. As amostras que diferem estatisticamente, quando comparadas, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, estão relacionadas no Quadro 12.

A variação dos teores de proteína bruta na fibra bruta está representada no Gráfico 8. No Gráfico 9, encontra-se a mesma variação frente à variação dos teores de proteína bruta das amostras.

QUADRO 11 - Análise da variância dos teores de proteína bruta na fibra bruta das farinhas de ossos.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	9	10965,6254	1218,4028	105,1556**
RESÍDUO	20	231,7332	11,5866	
TOTAL	29	11197,3587		

C.V. = 4,75

** = F significativo (1%)

QUADRO 12 -- Comparação entre os teores médios de proteína bruta na fibra bruta das farinhas de ossos, pelo teste de Tukey.

PROTEÍNA BRUTA NA FIBRA BRUTA

$$\Delta_{5\%} = 9,85$$

- $A_1 > A_6, A_7, A_{10}$
- $A_2 > A_1, A_5, A_6, A_7, A_{10}$
- $A_3 > A_1, A_6, A_7, A_{10}$
- $A_4 > A_1, A_5, A_6, A_7, A_{10}$
- $A_5 > A_6, A_7, A_{10}$
- $A_7 > A_6$
- $A_8 > A_1, A_5, A_6, A_7, A_{10}$
- $A_9 > A_1, A_5, A_6, A_7, A_{10}$
- $A_{10} > A_6$

GRAFICO 8

Teores médios de proteína bruta na fibra bruta das
farinhas de ossos.

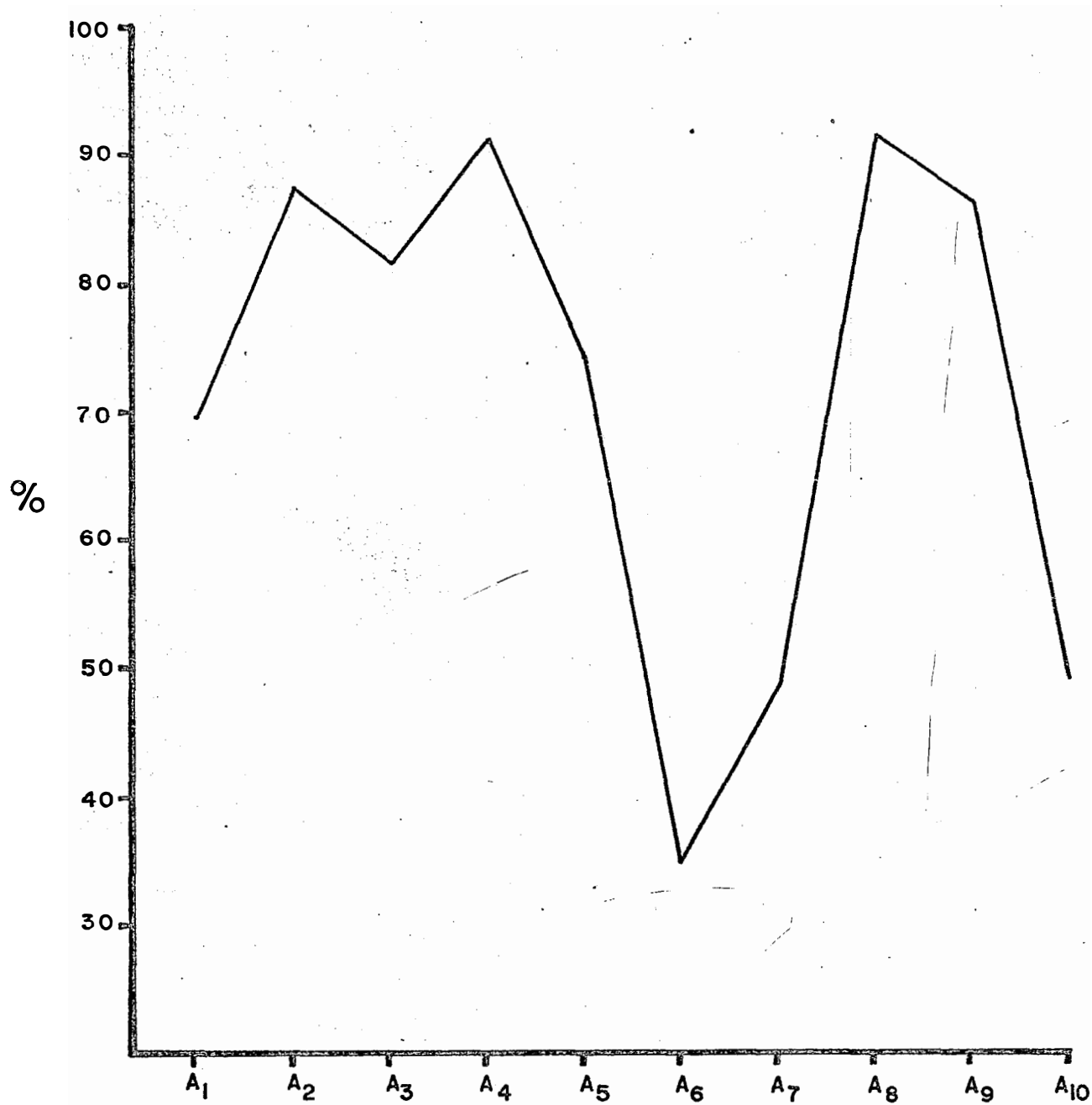
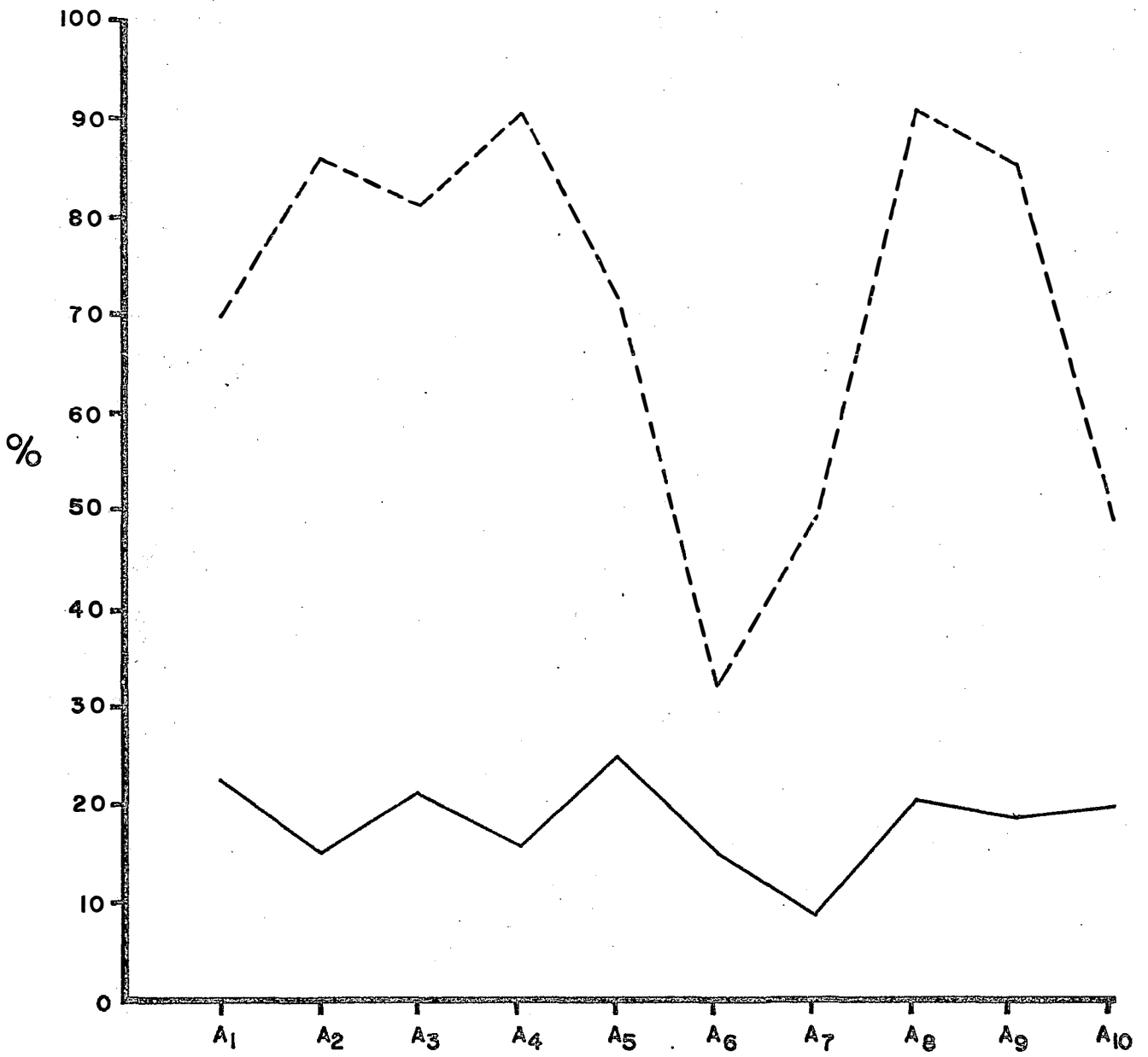


GRÁFICO 19

Teores médios de proteína bruta na fibra bruta e proteína bruta na matéria seca, das farinhas de ossos.

----- Proteína na fibra
———— Proteína na matéria seca



G. RESUMO E CONCLUSÕES

Estudou-se a composição química-bromatológica de farinhas de ossos, do Estado de São Paulo, nos seguintes aspectos:

a. Princípios nutritivos brutos: matéria seca, extrato etéreo, fibra bruta, proteína bruta, extrativos n/nitrogenados, matéria orgânica e cinza bruta.

b. Minerais: cálcio, fósforo e magnésio.

c. Investigação da natureza da fração fibra bruta - dosagem de proteína bruta na fibra bruta.

d. Dosagem de sílica.

O trabalho foi conduzido com onze amostras, cada uma formada por três repetições. Dentre as amostras analisadas nove são de farinha de ossos autoclavados, uma de farinha de ossos crus e uma de farinha de ossos calcinados.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, funcionando cada amostra como tratamento.

As análises da variância para os teores dos princípios nutritivos brutos, minerais e proteína bruta na fibra bruta, apresentam F significativo - ao nível de 1% de probabilidade. Através -

da comparação dos teores médios dos constituintes acima citados, pelo teste de Tukey - ao nível de 5% de probabilidade - foram encontradas diferenças significativas.

Os resultados obtidos seguem-se:

a. Farinhas de ossos autoclavados - médias: matéria seca, 94,26%; proteína bruta, 18,47%; extrato etéreo, 3,79%; fibra bruta, 1,07%; extrativos n/nitrogenados, 2,38%; matéria orgânica, 25,74%; cinza bruta, 68,51%; cálcio, 21,16%; fósforo, 11,10%; magnésio, 0,45% - proteína bruta na fibra bruta, 75,58.

Algumas das farinhas de ossos autoclavados apresentam sílica em teores que variam de 7,64% a 0,89%.

b. Farinha de ossos crus: matéria seca, 97,25%; proteína bruta, 15,23%; extrato etéreo, 1,37%; fibra bruta, 2,47%; extrativos n/nitrogenados, 1,81%; matéria orgânica, 20,90%; cinza bruta, 76,35%; cálcio, 16,17%; fósforo, 7,16%; magnésio, 1,48% - proteína bruta na fibra bruta, 35,43%; sílica, 13,44%.

c. Farinha de ossos calcinados: matéria seca, 94,52%; cinza bruta, 94,46%; cálcio, 32,83%; fósforo, 17,25%; magnésio, 0,54%.

Com base nos resultados do presente trabalho, chegamos a estas conclusões:

a. A composição das farinhas de ossos autoclavados apresenta diferenças estatisticamente significativas em todos os constituintes dosados, deixando muito a desejar quanto à uniformidade.

b. Os teores de cálcio e fósforo das farinhas de ossos autoclavados, quando comparados com aqueles presentes na literatura americana - U.S.A. - mostram-se acentuadamente baixos, sendo semelhantes aos apresentados para farinha de ossos crus.

c. A farinha de ossos calcinados apresenta os mais altos teores de cálcio e fósforo, em seguida vem as farinhas de ossos

autoclavados, e finalmente a farinha de ossos crus.

d. Elevado teor de cinza bruta, em farinhas de ossos, não está, obrigatoriamente, relacionado com altos níveis de cálcio, fósforo ou magnésio.

e. Nível elevado de cálcio, em farinhas de ossos, está associado a alto teor de fósforo e vice-versa.

f. A contaminação de farinhas de ossos com sílica afeta, negativamente, os teores de cálcio e fósforo.

g. Considerando a natureza, quase que totalmente proteíca, da fibra bruta de farinhas de ossos sua dosagem deve ser evitada, pois, a mesma é incluída como proteína bruta.

7. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The bromatologic-chemical composition of bone meals from São Paulo State was studied according to the following aspects:

a. Crude nutritive principles: dry matter, ether extract, crude fiber, crude protein, free nitrogen extracts, organic matter and crude ash.

b. Minerals: calcium, phosphorus and magnesium

c. Investigation about the crude fiber fraction nature-crude protein determination in crude fiber

d. Silica determination

The work was carried with eleven samples, each one of them composed by three replications. The analysed material was composed by nine samples of autoclaved bone meal, raw bone meal and calcined (burned) bone meal.

The experimental design was completely randomized, in which each sample corresponded to one treatment.

The significance of F in the analysis of variance for the crude nutritive principles, minerals and crude protein from crude fiber was taken at 1% of probability.

Differences among the means of those principles were compared through the Tukey's test at 5% of probability, and all of them were significant.

The results obtained were the following:

a. Autoclaved bone meals - averages: dry matter, 94,26%; crude protein, 18,47%; ether extract, 3,79%; crude fiber, 1,07%; free nitrogen extracts, 2,38%; organic matter, 25,74%; crude ash, 68,51%; calcium, 21,16%; phosphorus, 11,10%; magnesium, 0,45% - crude protein from crude fiber, 75,58%.

Some autoclaved bone meal samples contain from 7,64% to 0,89% of silica.

b. Raw bone meal: dry matter, 97,25%; crude protein, 15,23%; ether extract, 1,37%; crude fiber, 2,47%; free nitrogen extract, 1,81%; organic matter, 20,90%; crude ash, 76,35%; calcium, 16,17%; phosphorus, 7,16%; magnesium, 1,48% - crude protein from crude fiber, 35,43%; silica, 13,44%.

c. Calcined (burned) bone meal : dry matter, 94,52%; crude ash, 94,46%; calcium, 32,83%; phosphorus, 17,25%; magnesium, 0,54%.

Based on the results from this work, the following conclusions were taken:

a. All components chemically determined in the autoclaved bone meals showed significant differences and also showed little uniformity.

b. Calcium and phosphorus percentages in autoclaved bone meals were very low when compared with the ones cited by the North American literature and were comparable with the percentages given by the raw bone meal .

c. The burned bone meal was the highest in calcium and phosphorus, the autoclaved bone meals were medium and the raw bone meal were the lowest.

d. High level of crude ash, in bone meals, is not necessarily correlated with high levels of calcium, phosphorus and magnesium.

e. To the high level of calcium, in bone meals, is associated high level of phosphorus and vice-versa.

f. Contamination with silica negatively influences on the calcium and phosphorus levels in bone meals.

g. As the crude fiber in bone meal is of proteic nature, its determination should be avoided, since crude fiber is included in the crude protein.

8. LITERATURA CITADA

- Alba, J. de y G.K. Davis. - 1957. Minerales en la nutrición animal en la America Latina. Turrialba, 7 (1-2):16.
- Alba, J. de. - 1958. Alimentación del ganado en America Latina. La Prensa Médica Mexicana, Mexico.
- Alba, J. de. - 1959. Carencias minerales en el animal que vive del pastoreo. Turrialba, 9(3):91.
- Altman, P.L. and D.S. Dittmes. - 1968. Metabolism. Federation of American Societies for Experiment Biology, Bethesda, Maryland, pp. 79-81.
- Andreasi, F., J.S.M.Veiga, C.X. de Mendonça Jr., F. Prada e R.C. - Barnabé. - 1966-67. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. I. Cálcio, fósforo e magnésio. Rev. Fac. Med. Vet. da Universidade de São Paulo, 7 (3):583.
- Andreasi, F., F. Prada, C.X. Mendonça Jr. e J.S. Veiga. - 1969. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras - pangola (Digitaria decumbens, Stent) e napier (Pennisetum purpureum, Schum.) - de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. Rev. Fac. Med. Vet. da Universidade de São Paulo, - 8(1):192.
- A.O.A.C. - 1965. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists. Tenth edition. Washington, D.C.
- Becker, R.B., W.M. Neal and A.L. Shealy. - 1934. Effect of calcium deficient roughages upon milk yield and bone strenght in cattle. J. Dairy Sci., 17(1):1.

- Beeson, K.C. - 1945. The occurrence of mineral nutritional diseases of plants and animals in the United States, *Soil Sci.*, 60:9.
- Blosser, T.H., W.H. Abbitt, A.O. Shaw, U.S. Ashworth and E.P. Smith - 1954. The composition of foreign and domestic bone meals used in livestock feeding. *J. Animal Sci.*, 13(1):152.
- Buckman, H.O. e N.C. Brady - 1966. *Natureza e Propriedades dos Solos*. Livraria Freitas Bastos S.A., Rio de Janeiro, pp. 45.
- Chicco, R.C.F. y M.H. French. - 1959. Observaciones sobre deficiencias del cálcio y fósforo en los animales de las regiones ganaderas del centro y este de Venezuela. *Agronomía Tropical*. Maracay, Venezuela, 9(2):41.
- Conrad, J.H., J.A.C. Viana, J. Campos and H. Moreira. - 1963. The effect of the protein and phosphorus situation on livestock production in the State of Minas Gerais. Brazil. *J. Animal Sci.*, 22(3):834.
- Crampton, E.W. and L.E. Lloyd. - 1959. *Fundamentals of Nutrition*. - W.H. Freeman and Company, San Francisco, pp. 216-218.
- Duncan, G.W., C.F. Huffman and C.S. Robinson. - 1935. Magnesium studies in calves. I. Tetany produced by a ration of milk or milk with various supplements. *J. Biol. Chem.*, 108:35.
- Ellis Netto, A. - 1970. *Mineralização do gado bovino*. Segunda edição. Instituto Nacional do Desenvolvimento Agrário - INDA - Ministério da Agricultura, Brasil.
- F.A.O. - 1952. *Nutritional deficiencies in livestock*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Agricultural Studies n° 5*. Rome, Italy.
- Frandsen, R.D. - 1968. *Anatomy and Physiology of Farm Animals*. Lea & Febiger, Philadelphia, pp. 138.
- Gavillon, O. - 1961. Levantamento da composição mineral das pastagens do Rio Grande do Sul. II. Os minerais maiores e a composição imediata. *A Granja, Porto Alegre*, 18(175):34.
- Gióvini, N. - 1943. Estudo clínico da deficiência de fósforo nos bovinos de Minas Gerais. *Arquivos da Escola Superior de Veterinária, Minas Gerais*, 1:17.
- Gomes, F.P. - 1966. *Curso de Estatística Experimental - 3ª edição*, E.S.A. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Gonzales, L.R. - 1953. *Bromatología Zootécnica y Alimentación Animal*. Salvat Editores S.A., Barcelona.
- Hammarsten, O. and S.G. Hedin. - 1915. *A Text-Book of Physiological Chemistry*. Seventh edition. Chapman Hall Limited, London, pp. 551-553.

- Harris, L.E. - 1970. Os métodos químicos e biológicos empregados na análise de alimentos. Center for Tropical Agriculture. - Feed Composition Project. University of Florida. Gainesville, Florida.
- Hodges, E.M., W.G. Kirk, F.M. Peacock, G.K. Davis e H.L. Greland. - 1965. Phosphate fertilizers on pangolagrass pastures. An. 9º Congr. Int. Pastagens, São Paulo, 2:915.
- Jardim, W.R., C.L. Moraes e A.M. Peixoto. - 1952. Contribuição para o estudo da composição e valor nutritivo de plantas forrageiras. Anais Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 9:31.
- Jardim, W.R., C.L. Moraes e A.M. Peixoto. - 1953. Contribuição para o estudo da composição e digestibilidade do Capim Jaraguá (*Hyparrhenia rufa*, (Ness); Stapf). Anais Esc. Sup. Agr. - "Luiz de Queiroz". 10:277.
- Jardim, W.R., A.M. Peixoto e C.L. Moraes. - 1962a. Observações sobre deficiências minerais na nutrição dos bovinos na região do Brasil Central. Boletim Técnico Científico nº 13. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- Jardim, W.R., A.M. Peixoto e C.L. Moraes. - 1962b. Composição mineral de pastagens na região de Barretos no Brasil Central. Boletim Técnico Científico nº 11. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- Jardim, W.R., A.M. Peixoto, C.L. Moraes e S. Silveira Filho. - 1965. Contribuição ao estudo da composição química de plantas forrageiras de pastagens do Brasil Central. An. 9º Congr. Int. Pastagens, São Paulo, 1:699.
- Kirk, W.G. et al. 1970. Production performance and blood and bone composition of cows grazing pangolagrass pastures receiving different phosphate fertilizers. Univ. of Florida. Agric. Exp. Sta. Bul. 735 (technical).
- Lima, F.P., M. Becker, D. Martinelli, L. Veloso. - 1969. Utilização do fosfato bicálcico como fonte de cálcio e fósforo para bovinos de corte. Confronto com a farinha de ossos. Zootecnia, São Paulo, 7(1):39.
- Lima, F.P., M. Becker, D. Martinelli, L.F. Santos Filho. - 1971. Uso do hiperfosfato em confronto com a farinha de ossos, como fonte de cálcio e fósforo. Zootecnia, São Paulo, 9(1):37.
- Lora, R.P. - 1958. Los factores alimenticios en la reproducción animal. Agronomía y Veterinaria (Buenos Aires, Rep. Argentina) 8(87):9.
- Malavolta, E. - 1967. Manual de Química Agrícola. Adubos e Adubação. Segunda edição. Biblioteca Agronômica "Ceres", São Paulo, pp. 70-73.

- Maynard, L.A. - 1951. Animal Nutrition. Third edition. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Maynard, L.A. e J.K. Loosli. - 1966. Nutrição Animal (versão portuguesa) Livraria Freitas Bastos S.A., Rio de Janeiro.
- McClung, A.C., L.M.M. Freitas, J.R. Gallo, L.R. Quinn e G.O. Mott. - 1958 - Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade em solos de diferentes campos cerrados de São Paulo e Goiás. *Bragantia*, 17(3):29.
- Mc Donald, P., R.A. Edwards y J.F.D. Greenhalgh. - 1969. Nutrición Animal. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Menicucci Sobrinho, L. - 1943. Carência de fósforo e cálcio nos bovinos. *Arquivos da Escola Superior de Veterinária, Minas Gerais*, 1:9.
- Moraes, C.L. de - 1970. Análise de Forragens (Mimeografado) Curso de Pós-Graduação de Nutrição Animal e Pastagens, E.S.A. - "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- Moreira, H.A. - 1959. Consumo de sal comum e farinha de ossos por novilhos em engorda. *Arquivos da Escola Superior de Veterinária, Minas Gerais*, 12:519.
- Moreira, R.A.R. - 1971. Levantamento dos índices de deficiência de cobre e fósforo nas pastagens da zona de engorda do município de São Pedro, Estado de São Paulo. Tese, Mestrado, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- Morrison, F.B. - 1959. Feeds and Feeding. Twenty-second edition. - The Morrison Publishing Company, Clinton, Iowa.
- Morrison, F.B. - 1966. Alimentos e Alimentação dos Animais (versão portuguesa). Edições Melhoramentos, São Paulo.
- NAS-NRC. Academia Nacional de Ciencias - Conselho Nacional de Investigações. - 1966. Necesidades nutricionales del ganado para carne. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional - A.I.D. - Mexico.
- NAS. 1969. United States - Canadian Tables of Feed Composition. - Publication 1684. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- Nestel, B.L. and M.J. Creek. - 1962. Pangolagrass. *Herb. Abstr.*, 32(4):266.
- Nunes, S.G. - 1971. Estudo comparativo do uso de suplementos minerais sobre a engorda de novilhos em pastagens de cerrado. Indicação de Pesquisa nº 7. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Oeste.
- Pardi, M. C. e J. Bifone - 1962. Tecnologia de matérias primas de matadouros destinados à elaboração de rações para animais. Serviço de Informação Agrícola S.I.A. - 868. Ministério da

Agricultura, Brasil.

- Parker, H.E. - 1970. Mineral Metabolism (mimeografado). Biochemistry Department, Purdue University (U.S.A.).
- Peixoto, A.M. - 1970. Fundamentos de Nutrição Animal (mimeografado). Apontamentos do Curso de Pós-Graduação de Nutrição Animal e Pastagens, E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- Pereira, A.J.A., D.J. Silva, J.M. Braga e J. Campos. - 1971. Teores de fósforo, cobre e cobalto em algumas pastagens do município de Teófilo Otoni, Minas Gerais - *Experientiae*, 12(6):154.
- Plucknett, D.L. and R.L. Fox. - 1965. Effect of phosphorus fertilization on yields and composition of pangolagrass and *Desmodium intortum*. An. 9º Congr. Int. Pastagens, São Paulo, 2:1525.
- Porta, A., V. Ferraz, S. Arzolla e F.A.F. de Mello. 1971. Resultados analíticos de farinhas de ossos utilizadas pelos lavradores de São Paulo. *Rev. de Agric.* 46(2-3):53.
- Riggs, J.K. - 1958. Fifty years of progress in beef cattle nutrition. *J. Animal Sci.*, 17(4):981.
- Rushoff, L.L. - 1950. Effect of calcium on reproduction and milk production in dairy cows. *J. Animal Sci.*, 9:666.
- Sisson, S. y J.D. Grossman - 1963. Anatomia de los Animales Domésticos. Cuarta edición revisada. Salvat Editores S.A., Barcelona, pp. 9.
- Teixeira, T. - 1971. Estudo das deficiências de fósforo, cobre e cobalto das pastagens do Município de Morrinhos, Goiás. - Tese "Magister Scientiae". Univ. Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- Theiler, A., H.H. Green and P.J. du Toit. - 1924. Phosphorus in the livestock industry. *J. Dep. Agr., South. Africa*, 8:460.
- Theiler, A., H.H. Green and P. J. du Toit. - 1928. Studies in mineral metabolism. III. Breeding of cattle on phosphorus deficient pasture. *J. Agric. Sci.* 18:369.
- Titus, H.W. - 1961. The Scientific Feeding of Chickens. Fourth edition. The Interstate Printers & Publisher, Inc., Danville, Illinois, pp. 214-227.
- Underwood, E.J. - 1968. Los Minerales en la Alimentación del Gado. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Vianna, J. de A.C. - 1965. Suplementos minerais para ruminantes. - Estudos técnicos nº 31. Serviço de Informação Agrícola - SIA - Ministério da Agricultura, Brasil.
- Villares, J.B. - 1951a. Influência do fósforo sobre o crescimento dos bovinos. *Rev. Criadores*, 22(6):23.

- Villares, J.B. -- 1951b. Revolução no rendimento da produção de carne. *Rev. Criadores*, 22(8):67.
- Villares, J.B. e H.M.T. e Silva. -- 1956. Contribuição para o estudo das carências minerais em bovinos no Estado de São Paulo. I. Levantamento do índice de fósforo no sangue de vacas Guzerá na F.E.S. *Boletim de Indústria Animal*, 15:5.
- Voisin, A. -- 1965. *La Tetania de la Hierba*. Editorial Tecnos, S. A. Madrid.
- West., E.S., W.R. Todd, H.S. Mason and J.T. Van Bruggen -- 1967. *Textbook of Biochemistry*. Fourth edition. The Macmillan Company, New York, pp. 1332 -- 1333.

9. APÉNDICE

TABELA 1 - Composição média das farinhas de ossos em percentagem do material parcialmente seco.

	MATÉRIA SECA	PROTEÍNA BRUTA	EXTRATO ETÉREO	FIBRA BRUTA	EXTRATIVOS N/NITROGENADOS	MATÉRIA ORGÂNICA	CINZA BRUTA	SÍLICA	FÓSFORO	CÁLCIO	MAGNÉSIO
A ₁	95,54	23,98	2,24	0,79	2,41	29,42	66,12	-	11,41	22,44	0,42
A ₂	94,87	15,67	6,94	0,98	2,69	26,29	68,58	-	11,70	21,61	0,45
A ₃	92,52	21,25	3,95	1,01	1,54	27,75	64,76	-	10,70	20,78	0,42
A ₄	90,84	15,89	0,80	0,68	1,90	19,27	71,57	-	12,83	22,60	0,45
A ₅	94,42	23,61	4,01	0,91	2,50	31,04	63,37	-	10,20	19,30	0,40
A ₆	97,25	15,23	1,37	2,47	1,81	20,90	76,35	13,44	7,16	16,17	1,48
A ₇	95,39	8,83	2,08	1,69	5,20	17,82	77,57	5,82	10,08	19,11	0,77
A ₈	93,08	20,12	4,33	1,20	1,12	26,78	66,30	-	11,25	22,05	0,41
A ₉	96,18	17,82	3,80	1,29	1,16	24,09	72,09	7,64	10,95	20,82	0,37
A ₁₀	95,50	19,13	6,04	1,11	2,95	29,23	66,26	0,89	10,83	21,81	0,38
A ₁₁	94,52	-	-	-	-	-	94,46	-	17,25	32,83	0,54

TABELA 2 - Composição média das farinhas de ossos em percentagem da matéria seca.

	PROTEÍNA BRUTA	EXTRATO ETÉREO	FIBRA BRUTA	EXTRATIVOS N/NITROGENADOS	MATÉRIA ORGÂNICA	CINZA BRUTA	SÍLICA	FÓSFORO	CÁLCIO	MAGNÉSIO
A ₁	25,09	2,34	0,82	2,55	30,82	69,18	-	11,94	23,48	0,44
A ₂	16,51	7,32	1,03	2,85	27,71	72,26	-	12,34	22,78	0,47
A ₃	22,96	4,26	1,09	1,68	30,00	69,99	-	11,56	22,45	0,45
A ₄	17,48	0,86	0,74	2,11	21,22	78,77	-	14,12	24,88	0,49
A ₅	25,00	4,25	0,97	2,66	32,88	67,11	-	10,80	20,44	0,42
A ₆	15,66	1,40	2,54	1,88	21,49	78,50	13,81	7,36	16,62	1,52
A ₇	9,25	2,18	1,77	5,47	18,69	81,31	6,10	10,56	20,02	0,80
A ₈	21,61	4,65	1,29	1,22	28,78	71,22	-	12,08	23,68	0,44
A ₉	18,52	3,95	1,33	1,23	25,05	74,95	7,94	11,38	21,64	0,38
A ₁₀	20,02	6,32	1,16	3,11	30,62	69,38	0,93	11,34	22,83	0,39
A ₁₁	-	-	-	-	-	99,92	-	18,24	34,73	0,57

TABELA 3 - Composição média das farinhas de ossos autoclavados em percentagem do material parcialmente seco.

Constituintes	%
Matéria Seca	94,26
Proteína Bruta	18,47
Extrato Etéreo	3,79
Fibra Bruta	1,07
Extrativos n/Nitrogenados	2,38
Matéria Orgânica	25,74
Cinza Bruta	68,51
Cálcio	21,16
Fósforo	11,10
Magnésio	0,45

TABELA 4 - Composição média das farinhas de ossos autoclavados em percentagem da matéria seca.

Constituintes	%
Proteína Bruta	19,60
Extrato Etéreo	4,01
Fibra Bruta	1,13
Extrativos n/Nitrogenados	2,54
Matéria Orgânica	27,30
Cinza Bruta	72,68
Cálcio	22,46
Fósforo	11,79
Magnésio	0,47

TABELA 5 -- Variação na composição das farinhas de ossos autoclavados em percentagem do material parcialmente seco.

Constituintes	%	
Matéria Seca	90,84	a 96,18
Proteína Bruta	8,83	a 23,98
Extrato Etéreo	0,80	a 6,94
Fibra Bruta	0,68	a 1,69
Extrativos n/Nitrogenados	1,12	a 5,20
Matéria Orgânica	17,82	a 31,04
Cinza Bruta	63,37	a 77,57
Sílica	0,00	a 7,64
Cálcio	19,11	a 22,60
Fósforo	10,08	a 12,83
Magnésio	0,37	a 0,77

TABELA 6 -- Variação na composição das farinhas de ossos autoclavados em percentagem da matéria seca.

Constituintes	%	
Proteína Bruta	9,25	a 25,09
Extrato Etéreo	0,88	a 7,32
Fibra Bruta	0,74	a 1,77
Extrativos n/Nitrogenados	1,22	a 5,47
Matéria Orgânica	18,69	a 32,88
Cinza Bruta	67,11	a 81,31
Sílica	0,00	a 7,94
Cálcio	20,02	a 24,88
Fósforo	10,56	a 14,12
Magnésio	0,38	a 0,80

TABELA 7 - Teores de proteína bruta na fibra bruta das farinhas de ossos.

Amostras	%
A ₁	69,83
A ₂	87,36
A ₃	81,70
A ₄	91,06
A ₅	74,36
A ₆	35,43
A ₇	48,93
A ₈	91,30
A ₉	86,26
A ₁₀	49,49
Média	71,57