

DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE SUÍNOS
ALIMENTADOS COM FOSFATOS NÃO CONVENCIONAIS

HACY PINTO BARBOSA

EMBRAPA/UEPAE de São Carlos

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os nutricionistas de animais dispõe como fontes de fósforo, o fosfato bicálcico e a farinha de ossos. Estes produtos, em determinadas circunstâncias, têm baixa disponibilidade comercial e preço elevado, onerando o custo das rações.

Em função desta dificuldade, esforços têm sido realizados por diversas Instituições de Pesquisa, com o objetivo de estudar fontes alternativas de fósforo para as diversas espécies animais nas diferentes fases do sistema de produção. Entre estas fontes, destacam-se os fosfatos de rochas naturais, cujas reservas brasileiras são, de, aproximadamente, 3,2 bilhões de toneladas (11). Na Tabela 1 pode ser observado o potencial de produção das diversas rochas fosfáticas.

A reserva medida corresponde a tonelagem de minério computado pelas dimensões reveladas em afloramentos, trincheiras, galerias, trabalhos subterrâneos e sondagens, na qual o teor é determinado pelos resultados de amostragem pormenorizada, que por sua vez não devem apresentar variação superior ou inferior a 20% da quantidade verdadeira. Os dados apresentados para a reserva indicada correspondem a uma extrapolação com base em evidências geológicas. A reserva inferida é uma estimativa feita com base nos caracteres geológicos do depósito mineral, havendo pouco ou nenhum trabalho de pesquisa.

Ao considerarmos as reservas brasileiras, verifica-se que a maior concentração está no Estado de Minas Gerais (73%), sendo que, em ordem de importância, estão os municípios de Tapira, Araxá, Patos de Minas e Patrocínio. Somente para exemplo, a reserva de fosfato de Tapira é de 1 bilhão de toneladas. O aspecto de reserva de fosfato e preço, constituem vantagens promissoras para uso destas fontes nas rações de suínos. Entretanto, entre as indagações de utilização destas rochas fosfáticas, teoricamente estão a disponibilidade do fósforo e a presença do flúor. Com relação a disponibilidade do fósforo, será abordado pelo Pesquisador Dr. Paulo Cezar Gomes durante o mini-simpósio. A presença do flúor nos alimentos para animais tem

sido pesquisada por décadas e ainda hoje o assunto é controvertido, principalmente com relação a sua essencialidade ou não. MAURER & DAY (21), mantiveram ratos recebendo dieta com 0,007 ppm de flúor e água com 2 ppm durante quatro gerações. No final do experimento não verificaram nenhuma melhoria na saúde ou ganho de peso dos animais que receberam a mesma dieta e água redestilada. Porém, MESSER et al. (22), mostraram que a adição de flúor à dieta de fêmeas de camundongo com falha de fertilidade, restaurou sua capacidade reprodutiva.

TABELA 1. Fosfatos Naturais Reservas - 1985

Unidade - 1000 t

ESTADOS DA FEDERAÇÃO	MEDIDAS (M)	INDICADAS (I)	INFERIDAS (F)	TOTAL (M+I+F)
Goiás	74.653	161.078	39.463	275.194
Minas Gerais	1029.283	903.941	459.242	2392.466
Pernambuco	22.932	4.897	10.027	37.056
Santa Catarina	243.700	120.500	-	364.200
São Paulo	115.735	64.030	-	179.765
Brasil	1486.303	1254.446	508.732	3249.481

FONTE: BEISIEGEL; SOUZA, (11)

MESSER et al. (23), relataram que a anemia de camundongo produzida sob "stress" na gestação e crescimento antes da desmama, é mais severa quando a ingestão de flúor é baixa. Como já relatamos, esta questão da essencialidade ainda permanece em dúvida, porém, traços desse halogênio têm sido mostrados como benéficos na prevenção de cáries dentárias e também na prevenção da excessiva desmineralização do osso (osteoporosis) em indivíduos idosos, (28). No entanto, a maior preocupação consiste na ingestão pelos animais de grande quantidade de flúor causando em bovinos fraqueza dos ossos e manqueira intermitente, (27). Em suínos (19), verificaram uma redução na resistência à quebra do osso quando os animais tiveram em suas dietas níveis de flúor entre 650 e 970 ppm; porém, este efeito não foi observado quando os níveis variaram entre 290 e 380 ppm de flúor. Além disso, podemos citar como efeito sistêmico a perda do apetite, redução do ganho de peso e redução na produção de leite.

2. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS ROCHAS FOSFÁTICAS PARA SUÍNOS

O potencial de produção de rocha fosfática aliado ao seu baixo custo como fonte de fósforo e a menor susceptibilidade do suíno à intoxicação com flúor, constituem-se fatores que devem ser considerados quando o assunto for fontes de fósforo na alimentação de suínos.

Os resultados de pesquisa que serão apresentados foram obtidos com suínos nas fases de crescimento, terminação e reprodução no Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, da EMBRAPA, em Concórdia, Santa Catarina.

3. EXPERIMENTOS - FASES CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

3.1. Efeitos dos níveis de flúor provenientes dos fosfatos de Tapira e monocálcico no desempenho e características do osso de suínos em crescimento e terminação

3.1.1. Metodologia

Foram utilizados 216 leitões mestiços Landrace vs Large White, com peso médio de 23,0 kg. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com nove tratamentos e quatro repetições. Cada repetição continha seis animais (três machos castrados e três fêmeas ou quatro machos castrados e duas fêmeas, conforme o bloco). As dietas foram formuladas para conter diferentes níveis de flúor (F) provenientes dos seguintes fosfatos: bicálcico (FB), Tapira (FT) e monocálcico (FM). O fosfato de Tapira continha 1,17% de F e o monocálcico, 0,63% de F. Os tratamentos (nove) constituíram-se de uma dieta testemunha com FB e dos níveis de 100, 200, 300 e 400 ppm provenientes de formulação com FT ou 50, 100, 150 e 300 ppm de F provenientes de formulação com FM. Todas as dietas continham 16% de proteína bruta no crescimento e 13% na terminação. De cada parcela experimental, dois animais (um macho castrado e uma fêmea) foram abatidos, e o 3º metacarpiano retirado para determinação do peso, cinzas, cálcio, fósforo e flúor.

3.1.2. Resultados, discussão e conclusão

Os efeitos dos níveis de F sobre o desempenho e características dos ossos de suínos em crescimento e terminação, estão sumarizados nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 2. Dados de desempenho e características dos ossos de suínos em crescimento e terminação, de acordo com os níveis de flúor das dietas provenientes do fosfato de Tapira

VARIÁVEIS	FOSFATO BICÁLCICO	ppm DE FLÚOR - FOSFATO DE TAPIRA			
		100	200	300	400
Ganho de peso diário médio, g/a	783	786	740	770	725
Consumo de ração diário médio, kg	2,21	2,23	2,24	2,20	2,16
Conversão alimentar	2,83	2,91	3,03	2,86	2,98
Peso do osso, g/b	10,82	10,85	10,01	11,23	11,74
Cinza, %/a	57,41	58,41	58,30	59,39	59,32
Cálcio, %	39,37	35,32	38,03	37,41	36,65
Fósforo, %	17,03	16,99	17,15	17,06	16,91
Flúor, ppm/b	240	1560	3110	3750	4110
Comp. úmero, cm	15,75	15,80	15,77	15,75	15,86
Diâm. total na diáfise, cm	2,05	2,03	2,00	2,04	2,12
Diâm. medular na diáfise, cm	1,06	1,15	1,14	1,09	1,01

^a Efeito linear ($P < 0,01$)

^b Efeito quadrático ($P < 0,01$)

FONTE: BARBOSA et al., (1)

TABELA 3. Dados de desempenho e características dos ossos de suínos em crescimento e terminação, de acordo com os níveis das dietas provenientes do fosfato monocálcico

VARIÁVEIS	FOSFATO BICÁLCICO	ppm de FLÚOR		FOSFATO MONOCÁLCICO	
		50	100	150	200
Ganho de peso diário médio, g/a	783	775	762	757	763
Consumo de ração diário médio, kg	2,21	2,19	2,15	2,17	2,12
Conversão alimentar	2,83	2,82	2,82	2,87	2,78
Peso do osso, g/b	10,82	10,86	11,61	12,64	12,35
Cinza, %/a	57,41	58,45	59,17	60,00	59,78
Cálcio, %/b	39,37	37,81	36,57	36,76	37,09
Fósforo, %	17,03	16,84	16,98	16,96	16,93
Flúor, ppm/b	240	1190	1490	1770	2180
Comp. úmero, cm	15,75	15,84	15,77	15,81	15,86
Diâm. total na diáfise, cm	2,05	2,03	2,04	2,08	2,11
Diâm. medular na diáfise, cm	1,06	1,09	1,04	1,05	1,04

^a Efeito linear ($P < 0,01$)

^b Efeito quadrático ($P < 0,01$)

FONTE: BARBOSA et al., (1)

Os resultados mostrados nas Tabelas 2 e 3 evidenciaram efeitos lineares decrescentes ($P < 0,01$) somente para os valores do ganho de peso diário médio, para os animais que receberam dietas contendo níveis de F, provenientes do FT. As demais variáveis de desempenho estudadas não foram influenciadas pelos níveis de F, independentemente de sua origem.

Na literatura consultada verificamos que estes resultados diferem dos obtidos por (13), em que níveis de F acima de 132 ppm ocasionaram depressão no ganho de peso e consumo de ração, mas não com relação a conversão alimentar. A diferença entre experimentos está na forma química que o F foi utilizado. Estes autores utilizaram o fluoreto de sódio (NaF) que tem maior absorção do que o flureto de cálcio (CaF₂) presente no fosfato natural. MITCHELL & EDMAN, citados por

(29), utilizando a metodologia do balanço de F, encontraram a seguinte absorção do halogênio: NaF, 97%; CaF₂, 62% e farinha de ossos, 37%. Também concluíram que 30 a 60% de F ingerido foi retido no corpo e, deste, 95% foi retido no esqueleto, e o restante, dividido entre dentes e tecidos moles e outros tecidos.

Também de acordo com os resultados das Tabelas 2 e 3, os níveis de F, independentes das fontes testadas, não exerceram influência significativa no comprimento, diâmetro total e medular do úmero e a % de P no osso. A afirmação de que níveis altos de F decresce o comprimento do úmero (como um provável resultado da depressão geral do crescimento), não teve evidência neste experimento. Foi observado efeito quadrático ($P < 0,01$) para os valores de F no osso. Somente para comparação, verificou-se que foi necessário 400 ppm de F proveniente do FT para atingir nível de F no osso (0,411%), semelhante ao que (13) conseguiram com 115 ppm de F na dieta à base de NaF (0,44%), para suínos em crescimento e terminação. Baseados nas características de desempenho e dos ossos de suínos em crescimento e terminação, conclui-se que os FT e FM constituem-se em fontes de fósforo possíveis de serem utilizados para estes animais. Esta recomendação baseia-se no fato de que a exigência em fósforo total e disponível dos suínos seria atingido com 200 ppm de F e, neste nível, nenhum problema significativo, tanto no osso como nas características de desempenho, ocorreria aos animais.

3.2. Influência dos níveis de flúor provenientes do fosfato Patos de Minas no desempenho e características do osso de suínos em crescimento e terminação

3.2.1. Metodologia

Foram utilizados 180 suínos mestiços Landrace vs Large White, machos castrados e fêmeas, com peso médio inicial de 22,5 kg. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos e seis repetições. Cada repetição continha seis animais (três machos castrados e três fêmeas). As dietas foram formuladas para conter 0, 150, 300, 450 e 600 ppm de F proveniente do fosfato Patos de Minas (PM). O fosfato PM continha 25% de cálcio, 10,94% de fósforo e 1,44% de F. As dietas baseadas em milho e farelo de soja continham 15% de PB no crescimento e 13% na terminação. No final do experimento (95 dias), dois animais por parcela experimental (um macho

castrado e uma fêmea) foram abatidos e retirado o 3º metacarpiano para determinação do peso, cinzas, cálcio, fósforo e flúor.

3.2.2. Resultados, discussão e conclusão

Nas Tabelas 4 e 5 são observados os efeitos dos níveis de F sobre as características de desempenho e do osso.

TABELA 4. Desempenho de suínos submetidos a dietas com diferentes concentrações de flúor, provenientes do fosfato Patos de Minas no crescimento - terminação

VARIÁVEIS	NÍVEIS DE FLÚOR, ppm					CV ² (%)
	0	150	300	450	600	
Número de animais	36	36	36	36	36	-
Período experimental, dias	95	95	95	95	95	-
Peso inicial, kg	22,60	22,50	22,50	22,50	22,50	3,70
Peso final, kg	100,00 ^a	98,50 ^a	95,30 ^{a,b}	90,30 ^b	82,00 ^c	3,86
Ganho de peso diário médio, g	815 ^a	800 ^a	770 ^{a,b}	714 ^b	626 ^c	4,33
Consumo de ração diário médio, kg	2,55 ^a	2,52 ^a	2,39 ^{a,b}	2,17 ^{b,c}	2,04 ^c	6,42
Conversão alimentar	3,12	3,15	3,12	3,04	3,30	5,51

¹ Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

² Coeficiente de variação

FONTE: BARBOSA et al., (9)

O ganho de peso médio diário e o consumo de ração médio diário foram reduzidos significativamente ($P < 0,05$) pelos suínos alimentados com dietas contendo níveis de F acima de 300 ppm. PLUMLEE et al. (26), adicionando 0,24% de P proveniente do fosfato macio a uma dieta basal de milho e farelo de soja contendo 392 ppm de F, verificaram redução no ganho de peso em comparação com o fosfato bicálcico. BARBOSA et al. (1), também observaram ganho de peso decrescente com suínos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de F (100 a 400 ppm), provenientes do fosfato de Tapira. Com relação a conversão alimentar, os resultados não evidenciaram qualquer diferença significativa ($P > 0,05$) entre os diversos níveis de F estudados. Estes resultados estão

TABELA 5. Efeitos dos níveis de F provenientes do fosfato Patos de Minas sobre as características do osso de suínos em crescimento e terminação¹

ITEM	NÍVEIS DE FLÚOR, ppm					CV ² (%)
	0	150	300	450	600	
Resist. à quebra do 3º metacarp., kgf	18,47 ^a	17,55 ^{a,b}	17,12 ^{a,b}	15,33 ^{b,c}	14,28 ^c	14,02
Cinza, %	56,16	57,37	57,96	57,48	57,07	2,87
Cálcio, %	41,46	41,14	40,33	40,21	40,04	3,38
Fósforo, %	17,67	17,61	17,28	17,53	17,55	3,48
Flúor, %	0,061 ^e	0,213 ^d	0,404 ^c	0,517 ^b	0,627 ^a	14,26
Peso, g	12,04	12,32	12,05	12,26	11,31	12,15

¹ Médias numa mesma linha seguida de letras diferentes, indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos pelo teste de Tukey

² Coeficiente de variação

FONTE: BARBOSA et al., (9)

de acordo com vários trabalhos existentes nesta linha de pesquisa (1, 13, 14 e 25).

Neste experimento, mesmo com nível de 600 ppm de F proveniente do fosfato Patos de Minas, nenhum sinal clínico de fluorose nos animais foi observado. PLUMLEE et al (26), trabalhando com suínos na mesma fase de produção e dieta contendo 373 ppm de F, observaram sintomas de fluorose como lombo comprimido, pernas dianteiras tortas e quartela fraca, sendo que os suínos quando caminhavam sentiam dores e tinham passo cansado.

De maneira geral, os níveis de F estudados não provocaram efeitos depressivos na maioria das características do osso (peso, cinza, cálcio e fósforo). Entretanto, nota-se menor resistência à quebra ($P < 0,05$) a partir de 300 ppm. Como esperado, o nível de F dos ossos aumentou significativamente ($P < 0,05$) a cada aumento do nível de F da dieta.

Baseado nos resultados obtidos com as características de desempenho e do osso de suínos em crescimento e terminação, concluiu-se que o fosfato PM constitui-se em fonte alternativa de fósforo para estes animais dos 22,5 aos 93 kg de peso vivo. Na formulação da ração, deve ser considerado o fósforo total e o F não deve ultrapassar 300 ppm.

A utilização do fosfato PM provocará acúmulo de F no osso, porém, sem nenhum risco teórico quando da sua reciclagem como farinha de ossos para os animais.

3.3. Efeitos de fontes alternativas de fósforo no desempenho e características do osso de suínos em crescimento e terminação

3.3.1. Metodologia

No experimento 1 foram utilizados 180 suínos, mestiços Landrace vs Large White (machos castrados e fêmeas) com peso médio inicial de 23 kg, em um delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamentos e seis repetições, sendo a repetição representada por seis animais (três machos castrados e três fêmeas). Os tratamentos (fontes de fósforo) estudados foram o fosfato bicálcico, fosfato monocálcico (50%) mais fosfato de Tapira (50%), fosforindus, fosfato monoamônio e farinha de ossos calcinada. A duração do experimento foi de 95 dias.

No experimento 2 foram utilizados 252 suínos mestiços Landrace vs Large White (machos castrados e fêmeas), com peso médio inicial de 24,0 kg. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com sete tratamentos e seis repetições, sendo a repetição representada por seis animais (três machos castrados e três fêmeas). As fontes de fósforo estudadas foram o fosfato bicálcico, o fosfato Patos de Minas (PM), o fosfato monoamônio (MAP), PM 20% + MAP 80%; PM 40% + MAP 60%; PM 60% + MAP 40% e PM 80% + MAP 20%, e a duração do experimento foi de 90 dias.

Em ambos os experimentos, as dietas foram formuladas baseadas no fósforo disponível e continham 15% de PB no crescimento e 13% na terminação.

Após encerramento de cada experimento, dois animais de cada parcela experimental foram abatidos e o 3º metacarpiano retirado para análise de cinza, cálcio, fósforo e flúor e determinação do peso e resistência.

3.3.2. Resultados, discussão e conclusão

No experimento 1 as fontes de fósforo estudadas não proporcionaram efeitos significativos ($P > 0,05$) nas características de desempenho dos animais para a fase total, ou seja, crescimento e terminação (Tabela 6).

Entretanto, para as características do osso, suínos alimentados com fosfato monocálcico + fosfato de Tapira (50:50) tiveram menor resistência ($P < 0,05$) quando comparado a farinha de ossos calcinada. O peso do osso dos suínos suplementados com fosforindus foi menor ($P < 0,05$) em relação a outras fontes estudadas. A percentagem de F foi maior ($P < 0,05$) para suínos que tiveram o fosfato monocálcico + fosfato de Tapira (50:50) e o fosforindus em suas dietas (Tabela 7).

TABELA 6. Influência dos diferentes tipos de fosfatos sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação

VARIÁVEIS ¹	FONTES DE FÓSFORO					CV ² (%)
	FOSFATO BICÁLCICO	FOSFATO MONOCÁLCICO + TAPIRA(50:50)	FOSFATO MONOAMÔNIO	FOSFO- RINDUS	FAR.OSSOS CALCINADA	
Número de animais	36	36	36	36	36	
Período experimental, dias	95	95	95	95	95	
Peso inicial, kg	23,00	23,00	22,90	22,90	22,90	6,0
Peso final, kg	90,30	93,60	92,40	90,00	93,40	4,3
Ganho de peso diário médio, g	709	743	732	706	742	5,5
Consumo de ração diário médio, kg	2,18	2,26	2,15	2,19	2,25	5,8
Conversão alimentar	3,07	3,04	2,94	3,09	3,03	3,7

¹ Diferença não significativa entre os tratamentos testados ($P > 0,05$)

² Coeficiente de variação

FONTE: BARBOSA et al., (8)

TABELA 7. Efeitos das fontes de suplementação do fósforo nos dados de peso, cinza, cálcio, fósforo, resistência à quebra e flúor do osso de suínos em crescimento e terminação

ITEM ¹	FONTES DE FÓSFORO					CV ² (%)
	FOSFATO		FOSFATO		FAR.OSSOS CALCINADA	
	FOSFATO BICÁLCICO	MONOCÁLCICO + TAPIRA(50:50)	MONOAMÔNIO (MAP)	FOSFO- RINDUS		
Resist.à que- bra do 3º me- tarpiano Kgf	17,24ab	14,49b	16,89ab	16,27ab	18,44a	21,04
Cinza, %	54,73	55,43	54,72	55,09	54,51	2,73
Cálcio, %	37,63	36,91	36,35	34,97	36,15	9,26
Fósforo, %	17,07	17,23	17,08	17,07	17,03	2,26
Peso do osso, g	12,73a	12,94a	12,59a	11,14b	12,85a	10,10
Flúor, %	0,045b	0,168a	0,052b	0,189a	0,032b	16,98

¹ Médias com letras diferentes na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

² Coeficientes de variação

FONTE: BARBOSA et al., (8)

No experimento 2, para o período total (crescimento e terminação), observou-se ganho de peso e consumo de ração menor ($P < 0,05$) para suínos alimentados com fosfato PM como única fonte de fósforo em relação ao fosfato bicálcico e a combinação de 60% PM e 40% MAP (Tabela 8).

Para as características dos ossos (Tabela 9), não se verificaram diferenças significativas ($P > 0,05$) para a resistência à quebra, cinza, cálcio e fósforo. O peso do osso dos suínos alimentados com fosfato PM como única fonte de fósforo foi menor ($P < 0,05$) em relação ao fosfato bicálcico, e a combinação PM, 60% e MAP, 40%. Como esperado, houve acúmulo de F nos ossos de suínos que tiveram o PM e as combinações PM 40% e MAP 60%; PM 60% e MAP 40% e PM 80% e MAP 20% como fonte de fósforo quando comparado ao fosfato bicálcico, MAP e combinação PM 20% e MAP 80% em suas dietas.

TABELA 8. Dados de desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com diferentes fontes de suplementação de fósforo.

VARIÁVEIS ¹	FONTES DE FÓSFORO							CV ² (%)
	FOSFATO BICÁLCICO	PATOS DE MINAS (PM)	FOSFATO MONOAMÔNICO (MAP)	20%PM	40%PM	60%PM	80%PM	
				80%MAP	60%MAP	40%MAP	20%MAP	
Número de animais	36	36	36	36	36	36	36	-
Peso experimental, dias	90	90	90	90	90	90	90	-
Peso inicial, kg	23,83a	23,74a	23,70a	23,78a	23,82a	23,94a	23,96a	5,4
Peso final, kg	98,40a	88,40b	94,81a,b	92,88a,b	94,36a,b	95,93a,b	91,47a,b	5,7
Ganho de peso diário médio, g	829a	718b	790a,b	768a,b	784a,b	800a,b	750a,b	6,4
Consumo de ração diário médio, kg	2,44a,b	2,05b	2,41b	2,35a,b	2,42a,b	2,47a	2,35a,b	9,2
Conversão alimentar	2,92	2,89	3,05	3,06	3,09	3,09	3,15	10,3

¹ Médias seguidas na mesma linha de letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

² Coeficiente de variação

FONTE: BARBOSA et al., (7)

Através dos resultados obtidos nos dois experimentos, verificou-se que, à exceção do fosfato PM como única fonte de fósforo, as demais fontes proporcionaram aos suínos desempenho semelhante ao fosfato bicálcico. Entretanto, deve-se notar que, no caso do fosfato PM, o balanceamento das rações foi realizado com base no fósforo disponível o que elevou o F de ração em 492 e 361 ppm, respectivamente, para as fases de crescimento e terminação. Os resultados são diferentes dos encontrados por (15) que não encontraram diferença entre o fosfato bicálcico e PM para suínos em crescimento e terminação, porém, o balanceamento das rações foi na base de fósforo total. No entanto, os dados confirmam os obtidos por (12) quando considerou o fósforo disponível na formulação das rações. O pior resultado proporcionado aos suínos pelo fosfato PM evidencia claramente a pior disponibilidade do fósforo, ou seja, de, aproximadamente, 50,4%, de acordo com (16) antes do que seu conteúdo em F. CHAPMAN JÚNIOR et al. (14), argumentam que não é possível suplementar uma ração de suínos que é altamente deficiente em fósforo com fosfato de rochas sem exceder ao nível má-

ximo de tolerância de F, o qual é 0,014% do total da ração. Em relação às outras fontes estudadas, os resultados mostram que tanto o MAP como o fosforindus constituem-se em fontes adequadas de fósforo para suínos em crescimento e terminação.

Notou-se nos dois experimentos realizados que a mistura de fosfatos constitui-se em opção como fonte de fósforo para suínos em crescimento e terminação. Esta mistura tem a finalidade de aumentar o fósforo disponível e diminuir a quantidade de F.

TABELA 9. Efeito da suplementação de fósforo nos dados de cinza, fósforo, peso e resistência à quebra do osso e flúor de suínos em crescimento e terminação.

VARIÁVEIS ¹	FONTES DE FÓSFORO							CV ² (%)
	FOSFATO BICÁLCICO	PATOS DE MI NAS (PM)	FOSFATO MONOAMÔNICO (MAP)	20%PM	40%PM	60%PM	80%PM	
				80%MAP	60%MAP	40%MAP	20%MAP	
Res. à quebra do 3º metac., kgf	11,62	12,18	11,10	12,85	11,43	13,00	11,80	24,6
Cinza, %	55,54	55,78	55,37	55,88	56,37	56,77	56,32	2,5
Cálcio, %	38,52	38,04	38,18	38,36	38,35	37,10	38,05	4,7
Fósforo, %	17,08	17,40	17,38	17,14	17,15	17,09	17,31	2,5
Peso do osso, g	12,07a	10,42b	11,36ab	11,58ab	11,22ab	11,88a	11,05ab	10,4
Flúor, %	0,038d	0,478a	0,078d	0,106d	0,194c	0,233c	0,365b	28,2

¹ Médias com letras diferentes na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

² Coeficiente de variação

FONTE: BARBOSA et al., (7)

Os resultados nas Tabelas 7 e 9 mostram o acúmulo de F nos ossos dos animais alimentados com as diversas fontes de fósforo estudadas. A comparação específica dos resultados da Tabela 10 evidencia que o acúmulo de F nos ossos dos suínos recebendo PM foi de, aproximadamente, 12 vezes maior em relação aos que receberam fosfato bicálcico como fonte de suplementação de fósforo. Entretanto, nenhum sintoma clínico motivado pela intoxicação com F foi observado, conforme relatado por (28). A maior preocupação com relação a este acúmulo de F estaria na reciclagem dos ossos e sua utilização como farinha na alimentação dos animais. Ao considerarmos o fosfato PM como única fonte

de P em que o teor de F no osso foi de 0,478% (Tabela 9) e admitindo uma suplementação de 1,5% na ração, teríamos um total de 72 ppm, valor abaixo do citado por (24), os quais afirmam que suínos em crescimento podem tolerar até 140 ppm de F proveniente de fosfato de rochas na matéria seca consumida. Desta maneira, a reciclagem dos ossos de suínos alimentados com fosfatos de rochas não constitui em tese nenhum risco ao desempenho dos animais.

Através dos resultados dos dois experimentos, conclui-se que o MAP, fosforindus e as diversas combinações de fosfatos constituem-se em fontes alternativas de fósforo para suínos em crescimento e terminação. O fosfato PM nas condições estudadas, ou seja, fornecendo o fósforo disponível necessário aos animais e proporcionando níveis de 492 e 361 ppm de F nas rações, respectivamente, para o crescimento e terminação, apresentou menor eficiência que o fosfato bicálcico.

4. EXPERIMENTO COM SUÍNOS NA FASE DE REPRODUÇÃO

4.1. Metodologia

Um experimento foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, da EMBRAPA, em Concórdia, SC, com o objetivo de estudar três fontes de fósforo para suínos durante quatro ciclos reprodutivos.

Foram utilizadas 60 marrãs mestiças Landrace vs Large White com 8,3 meses de idade e pesando 134,0 kg no início do experimento. As fêmeas foram acasaladas com machos da raça Duroc - Jersey, duas vezes durante o mesmo estro, com intervalo de 12 horas. As leitoas que não apresentaram prenhez até 45 dias após o acasalamento, foram eliminadas. Foram utilizados três machos de tal maneira que cada um acasalou o mesmo número de fêmeas por tratamento. Durante o período de gestação, permaneceram confinadas em gaiolas individuais em piso de concreto dispondo de bebedouro tipo chupeta. Os animais foram distribuídos em três tratamentos, ou seja, fosfato bicálcico, fosfato monocálcico e fosfato de Tapira. As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja contendo 12% de PB. A quantidade de ração foi de 2,0 kg/dia/porca em duas refeições. O fosfato monocálcico continha 13,5% de Ca; 20,24% de P e 0,74% de F. O fosfato de Tapira continha 35,4% de Ca; 15,5% de P e 1,0% de F. A composição em metais pesados das diferentes fontes de fósforo pode ser observado na Tabela 10.

TABELA 10. Composição em metais pesados dos diferentes fosfatos estudados, em ppm

INGREDIENTES	Pb	Cr	Hg	Cd	Ni	As
Fosfato bicálcico	0,201	38,05	0,01	1,70	12,03	5772,00
Fosfato monocálcico	3,350	39,00	0,01	0,10	5,03	4898,80
Fosfato de Tapira	6,800	6,00	0,01	0,10	0,13	3060,00

FONTE: LANARA, (20)

No período de lactação, as fêmeas continuaram a receber as mesmas fontes de fósforo e permaneceram confinadas em gaiolas individuais. As rações continham 13% de PB, sendo que no dia do parto não recebiam ração e, no dia seguinte, 1 kg e, daí em diante, à vontade. Nos três dias que antecediam a desmama, receberam 2,5 kg de ração até o aparecimento do cio.

Para estas fases, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três tratamentos e dez repetições, onde a unidade experimental foi representada por duas celas de gestação e lactação, contendo uma porca em cada, durante quatro ciclos reprodutivos. No modelo estatístico consideraram-se os efeitos de tratamentos, blocos, ciclos, animais e respectivas interações.

Na fase de aleitamento, os leitões receberam ração à vontade a partir do 7º dia, contendo 20% de PB. Cada leitegada permaneceu confinada em baia individual com a porca e o desmame foi imposto de forma brusca aos 35 dias de idade. Na análise estatística, a unidade experimental foi representada por duas celas contendo uma leitegada cada, durante quatro ciclos reprodutivos. Na desmama, foi analisado como covariável, o peso dos leitões ao nascimento.

Na fase de creche, os leitões receberam rações com as mesmas fontes de fósforo, à vontade, contendo 18% de PB dos 35 aos 70 dias de idade. A unidade experimental foi representada por duas gaiolas metálicas contendo uma leitegada cada, durante quatro ciclos reprodutivos.

O peso médio final da leitegada foi analisado, utilizando o peso médio inicial da leitegada como covariável.

Para a fase de crescimento-terminação, os leitões receberam ração com 16% de PB, dos 20 aos 60 kg e 13% de PB, dos 60 aos 100 kg de peso vivo. O delineamento foi em blocos ao acaso com os mesmos trata-

mentos e seis repetições, sendo a parcela experimental representada por cinco animais. Na análise estatística, o peso médio final na fase de crescimento (PMFC) foi analisado utilizando-se o peso médio inicial como covariável, enquanto que, para o peso médio final da fase de terminação, foi utilizado o PMFC como covariável.

Com o término do período experimental da fase de crescimento e terminação, os animais foram abatidos e coletava-se o 3º metacarpiano para determinação do peso e dos minerais. Ao mesmo tempo, coletava-se o úmero para determinação do seu comprimento e diâmetro. O peso inicial do animal foi utilizado como covariável para análise do peso do osso seco e desengordurado.

No final do experimento, todas as porcas foram abatidas e coletados os ossos do 3º metacarpiano e do úmero para as mesmas análises e determinações, conforme já descrito para os animais em crescimento e terminação.

Em todas as fases, as médias dos tratamentos para cada variável, foram comparadas pelo teste de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch (REGWQ) pelo pacote SAS.

4.2. Resultados, discussão e conclusão

Nas tabelas 11. 12. 13. 14, 15 e 16 estão sumarizados os resultados obtidos dos efeitos das fontes de fósforo sobre os suínos, nas diversas fases do ciclo de produção.

A análise dos dados de desempenho nas diversas tabelas evidencia a semelhança biológica entre as várias fontes de fósforo estudadas. A única variável que apresentou diferença significativa foi o ganho de peso durante a gestação, ou seja, da cobertura até os 107 dias (Tabela 11). Embora os animais recebessem a mesma quantidade de ração, esta diferença significativa poderia estar relacionada ao peso do osso (Tabela 16). Entre os efeitos que o F pode ocasionar, está o retardamento da reabsorção óssea, ou seja, a mobilização do cálcio e fósforo do osso, provocando um engrossamento do osso (osteopetrose). É importante verificar (Tabela 11) o número de animais que iniciaram e terminaram o experimento após os quatro ciclos reprodutivos. Praticamente o número final foi igual para todos os tratamentos, sendo que para o fosfato bicálcico, 07 foram eliminados, principalmente devido a repetição de cio. Para o fosfato monocálcico, 06 foram eliminados em função de falsa prenhez e 07, do fosfato de Tapira, em fun-

TABELA 11. Desempenho reprodutivo de porcas na gestação e lactação de acordo com as fontes de fósforo (média dos quatro ciclos reprodutivos)^{1,2}

VARIÁVEL	TRATAMENTOS			COEFICIENTE DE VARIÇÃO
	FOSFATO BICÁLCICO	FOSFATO MONOCÁLCICO	FOSFATO TAPIRA	
Nº porcas inicial	20	20	20	-
Nº porcas final	13	14	13	-
Peso médio à cobertura, kg	155,62 (66)	153,14 (68)	150,92 (61)	7,97
Peso 107 dias gestação, kg	208,44 (61)	206,19 (68)	207,50 (60)	6,02
Garho peso gestação, kg	52,81b(61)	53,05b(68)	56,40a(60)	13,59
Peso porca pós-parto, kg	193,23 (61)	189,98 (68)	191,67 (60)	5,70
Perda de peso lactação, kg	19,52 (60)	19,74 (65)	25,33 (60)	53,62
Consumo ração lactação, kg	4,87 (59)	4,72 (65)	4,73 (59)	10,58
Intervalo desmama-cobertura-fértil, dias	14,53 (58)	16,27 (63)	12,68 (56)	42,41

¹ Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem entre si pelo teste de REGWQ ($P < 0,05$)

² Número entre parênteses representa o total de observações para as variáveis estudadas

FONTE: BARBOSA et al., (2)

ção de aborto e fratura óssea.

O grande número de observações (exemplo número de leitões nascidos vivos média de 600) para as características de desempenho, deixa claro o potencial do fosfato de Tapira e monocálcico como fontes de fósforo para suínos nas diversas fases do ciclo de produção. Na literatura consultada (17), mostraram a viabilidade de se utilizar o fosfato macio e o fosfato de rocha curaço para porcas em gestação e lactação. KICK et al. (19), estudaram os efeitos dos níveis de F (provenientes do fluoreto de sódio e fosfato de rocha) sobre porcas em gestação e lactação. Os resultados indicaram que, quando o conteúdo de F da dieta não excedeu a 580 ppm na forma de fluoreto de sódio ou 650 ppm na forma de fosfato de rocha, nenhum efeito deletério foi produzido sobre o número ou tamanho da leitegada ao nascer. Entretanto, os autores comentam os poucos dados que tiveram para realização das análises. No caso específico dos animais recebendo 650 ppm em suas dietas, somente 5 partições foram obtidas. O teor máximo

TABELA 12. Efeito das fontes de fósforo sobre o desempenho das leitegadas no aleitamento (média dos quatro ciclos reprodutivos)

VARIÁVEL	TRATAMENTOS			COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
	FOSFATO BICÁLCICO	FOSFATO MONOCÁLCICO	FOSFATO TAPIRA	
Nº leitões nascidos vivos	9,89 (61)	9,90 (68)	9,93 (60)	14,72
Nº leitões nascidos mortos	0,23 (61)	0,16 (68)	0,07 (60)	26,80
Peso médio leitegada ao nascer, kg	13,56 (61)	14,35 (68)	14,29 (60)	23,71
Peso médio leitão ao nascer, kg	1,38 (61)	1,47 (68)	1,44 (60)	12,67
Nº leitões no desmame	8,85 (59)	8,74 (65)	9,14 (59)	6,21
Peso médio leitegada no desmame	62,89b(59)	63,83b(65)	68,06a(59)	14,19
Peso médio leitão no desmame	7,42 (59)	7,74 (65)	7,72 (59)	7,83
% mortalidade leitões no desmame	10,25 (59)	11,31 (65)	7,68 (59)	82,50
Consumo ração leitão, g/dia	18,41 (59)	19,40 (65)	17,13 (59)	24,14

¹ Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem entre si pelo teste de REGWQ ($P < 0,05$)

² Nº entre parênteses representa o total de observações para as variáveis estudadas

FONTE: BARBOSA et al., (3)

TABELA 13. Efeito das fontes de fósforo sobre o desempenho das leitegadas na creche (média de quatro ciclos reprodutivos)^{1,2}

VARIÁVEL	TRATAMENTOS			COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
	FOSFATO BICÁLCICO	FOSFATO MONOCÁLCICO	FOSFATO TAPIRA	
Nº inicial leitões/leitegada	8,85 (59)	8,74 (65)	9,14 (59)	6,21
nº final leitões/leitegada	6,90b(59)	7,91ab(65)	8,41a(59)	15,91
Peso médio inicial do leitão na leitegada, kg	7,67 (59)	7,95 (65)	7,80 (59)	16,82
Peso médio final do leitão na leitegada, kg	18,01 (59)	18,38 (65)	18,13 (59)	5,57
Ganho peso diário médio, kg	0,295(59)	0,298(65)	0,295(59)	10,30
Consumo ração diário médio,kg	0,606(59)	0,618(65)	0,589(59)	9,94
Conversão alimentar	2,08 (59)	2,11 (65)	2,05 (59)	6,89

¹ Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem entre si pelo teste de REGWQ ($P < 0,05$)

² Número entre parênteses representa o total de observações para as variáveis estudadas

FONTE: BARBOSA et al., (4)

TABELA 14. Desempenho de suínos em crescimento-terminação de acordo com as fontes de fósforo (média de quatro ciclos consecutivos)^{1,2}

VARIÁVEL	TRATAMENTOS			COEFICIENTE DE VARIÇÃO(%)
	FOSFATO BICÁLCICO	FOSFATO MONOCÁLCICO	FOSFATO TAPIRA	
<u>Crescimento</u>				
Ganho de peso diário médio, kg	0,734 (24)	0,713 (24)	0,701 (24)	8,73
Consumo de ração diário médio, kg	1,92 (24)	1,87 (24)	1,85 (24)	9,14
Conversão alimentar	2,63 (24)	2,63 (24)	2,65 (24)	4,58
<u>Terminação</u>				
Ganho de peso diário médio, kg	0,884(24)	0,879 (24)	0,842 (24)	8,78
Consumo de ração diário,média, kg	2,83 (24)	2,77 (24)	2,72 (24)	7,13
Conversão alimentar	3,21 (24)	3,16 (24)	3,24 (24)	4,32
<u>Crescimento/terminação</u>				
Ganho de peso diário, médio, kg	0,799 (24)	0,783 (24)	0,761 (24)	7,47
Consumo de ração diário,médio, kg	2,33 (24)	2,26 (24)	2,24 (24)	7,24
Conversão alimentar	2,92 (24)	2,89 (24)	2,95 (24)	3,63

1

Diferença não significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos testados de acordo com o teste de REGWQ

2

Nº entre parênteses representa o total de observações para as variáveis estudadas

FONTE: BARBOSA et al., (5)

TABELA 15. Características de ossos de suínos dos 20 aos 100 kg, de acordo com a fonte de fósforo (média dos quatro ciclos consecutivos)^{1,2}

VARIÁVEL	TRATAMENTOS			COEFICIENTE DE VARIÇÃO(%)
	FOSFATO BICÁLCICO	FOSFATO MONOCÁLCICO	FOSFATO TAPIRA	
Peso do osso, g	12,37a(24)	12,62a(24)	11,01b(24)	8,90
Cinza, %	56,61 (24)	57,54 (24)	56,64 (24)	2,12
Cálcio, %	37,32a(24)	37,07ab(24)	36,79b(24)	1,39
Fósforo, %	17,40 (24)	17,39 (24)	17,34 (24)	1,95
Fluor, %	0,046c(24)	0,146b(24)	0,326a(24)	13,66
Comp. úmero, cm	16,38ab(24)	16,63a(24)	16,18b (24)	3,44
Diâmetro total na diáfise,cm	2,51 (24)	2,53 (24)	2,51 (24)	6,24
Diâmetro medular na diáfise,cm	1,47 (24)	1,49 (24)	1,57 (24)	14,37

1

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem entre si pelo teste de REGWQ ($P < 0,05$)

2

Nº entre parênteses representa o total de observações para as variáveis estudadas

FONTE: BARBOSA et al., (6)

TABELA 16. Características de ossos de porcas dos 134 aos 193 kg de peso vivo, de acordo com a fonte de fósforo (média de quatro ciclos reprodutivos^{1,2}

VARIÁVEL	TRATAMENTOS			COEFICIENTE DE VARIACÃO(%)
	FOSFATO BICÁLCICO	FOSFATO MONOCÁLCICO	FOSFATO TAPIRA	
Peso inicial, kg	136,92 (13)	134,04 (16)	131,82 (13)	13,91
Peso final, kg	200,71 (13)	189,44 (16)	189,40 (13)	12,18
Cinza, %	61,73 (13)	61,52 (16)	61,92 (13)	1,35
Cálcio, %	36,75 (13)	36,65 (16)	36,32 (13)	3,91
Fósforo, %	16,40b(13)	16,68a(16)	16,63a(13)	1,68
Flúor, %	0,144c(13)	0,273b(16)	0,601a(13)	13,29
Peso do osso, g	20,87b (13)	22,71a(16)	23,13a(13)	9,12
Comp. úmero, cm	21,50 (13)	21,68 (16)	21,82 (13)	4,49
Diâmetro total na diáfise,cm	4,19b (13)	4,42ab(16)	4,62a(13)	9,74
Diâmetro medular na diáfise,cm	3,24 (13)	3,46 (16)	3,55 (13)	13,06

¹ Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem entre si pelo teste de REGWQ ($P < 0,05$)

² Nº entre parênteses representa o total de observações para as variáveis estudadas

FONTE: MORES et al., (25)

de F das rações no experimento realizado no CNPSA, foi de 220 ppm na ração de gestação.

Os dados mostram que os fosfatos monocálcico e de Tapira exerceram pouca influência na mineralização do osso (Tabelas 15 e 16). Entretanto, é evidente o acúmulo de F no osso devido a dieta, atingindo o valor máximo de 0,601% ou 6010 ppm (Tabela 16). Este valor foi obtido com as porcas após as quatro partições sucessivas e com 638 dias de ingestão da ração contendo, em média, 183 ppm de halogênio. Em termos médios, na reprodução (gestação e lactação) para cada ppm de F ingerido da ração, houve acúmulo de 30 ppm no osso. No período de crescimento e terminação (Tabela 15), o valor foi de 1 para 23 ppm de F no osso. O fato ainda de maior preocupação poderia estar relacionado à ingestão de F em períodos mais longos pelos suínos. Porém,

na literatura, os trabalhos de (18 e 29) mostraram que o F aumenta durante o período rápido de crescimento, não se acumulando, entretanto, com o aumento da idade do animal.

No experimento realizado no CNPSA, os suínos oriundos de fêmeas que receberam fontes de fósforo contendo F, durante os quatro ciclos reprodutivos consecutivos, tiveram uma percentagem de F praticamente constante nos ossos, conforme pode ser observado na Tabela 17.

TABELA 17. Efeitos das fontes de fósforo sobre o teor de flúor dos ossos de suínos em crescimento e terminação, durante os quatro ciclos reprodutivos^{1,2}

VARIÁVEL	CICLOS REPRO- DUTIVOS	TRATAMENTOS			COEFICIENTE DE VARIÇÃO(%)
		FOSFATO BICÁLCICO	FOSFATO MONOCÁLCICO	TAPIRA	
Flúor, %	I	0,038c(6)	0,145b(6)	0,335a(6)	10,70
	II	0,045c(6)	0,150b(6)	0,295a(6)	8,22
	III	0,050c(6)	0,144b(6)	0,325a(6)	13,64
	IV	0,053c(6)	0,145b(6)	0,348a(6)	16,87
	Média	0,046c(24)	0,146b(24)	0,326a(24)	13,66

¹ Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem entre si pelo teste de REGWQ ($P < 0,05$)

² N° entre parênteses representa o total de observações para a variável estudada

FONTE: BARBOSA et al., (10)

5. CONCLUSÕES

Baseados nos diversos experimentos realizados no CNPSA envolvendo um número significativo de suínos nas diversas fases do ciclo de produção, constatamos que os fosfatos de Tapira, monocálcico, fosforindus, monoamônio e as diversas combinações destes fosfatos, constituem fontes de fósforo que podem ser utilizadas quando da formulação de rações para suínos no período de crescimento e terminação, ou seja, dos 22 aos 95 kg de peso vivo. No caso do fosfato Patos de Minas, a

sua utilização se restringe ao balanceamento da ração na base de fósforo total e não deve ultrapassar os 300 ppm de flúor.

Para a fase de gestação, lactação, aleitamento e creche, o fosfato monocálcico e o de Tapira podem ser utilizados como fonte de fósforo. Apesar dos resultados experimentais mostrarem que o fosfato de Tapira pode ser a única fonte de suplementação de fósforo na ração de suínos sem nenhum efeito deletério no desempenho animal, nas fases de gestação, lactação, aleitamento e creche, recomenda-se o seu uso em até 50% do suprimento de fósforo. A reciclagem dos ossos dos animais recebendo estes fosfatos em sua alimentação, teoricamente não representa nenhum risco, pois o nível de F está dentro dos limites preconizados na literatura internacional.

As pesquisas com fosfatos de rochas continuam no CNPSA, abordando os aspectos reprodutivos da progênie (fêmeas e machos inteiros) de porcas alimentadas com estes fosfatos, na gestação e lactação.

6. BIBLIOGRAFIA

- 1- BARBOSA, H.P. et al. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* (no prelo).
- 2- BARBOSA, H.P. et al. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 27., 1990. Campinas. p.174.
- 3- BARBOSA, H.P. et al. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 27., 1990. Campinas. p.175.
- 4- BARBOSA, H.P. et al. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 27., 1990. Campinas. p.176.
- 5- BARBOSA, H.P. et al. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 27., 1990. Campinas. p.177.
- 6- BARBOSA, H.P. et al. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 27., 1990. Campinas. p.178.
- 7- BARBOSA, H.P. et al. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 28., 1991. João Pessoa. p.380.
- 8- BARBOSA, H.P. et al. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 28., 1991. João Pessoa. p.381.
- 9- BARBOSA, H.P. et al. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 28., 1991. João Pessoa. p.383.

- 10- BARBOSA, H.P. et al. **Resumo do Relatório - Form 12.** EMBRAPA, CNPSA, 1991. 38p.
- 11- BEISIEGEL, W. de R.; SOUZA, W.O. **Anais.** IBRAFOS/MME, 1986. p.55-71.
- 12- BELLAVER, C. et al. **Pesq. Agropec. Bras.** (no prelo).
- 13- BURNELL, T.W. et al. **J. Anim. Sci.**, v.63, n.6, p.2053-67, 1986.
- 14- CHAPMAN JÚNIOR, H.L. et al. **J. Anim. Sci.**, v.14, n.4, p.1073-85, 1985.
- 15- GOMES, P.C. et al. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.14, n.2, p.241-46, 1985.
- 16- GOMES, P.C. et al. **Comunicado Técnico**, 148, dez 1989. p.1-2.
- 17- HARMON, B.G. et al. **J. Anim. Sci.**, v.39, n.6, p.1117-22, 1974.
- 18- JACKSON, S.H. et al. **J. Nutr.**, v.40, p.515-35, 1950.
- 19- KICK, C.H. et al. **Ohio. Agr. Exp. Sta Bull.** v.558, p.1-77, 1935.
- 20- LANARA - Laboratório de Referência Animal, Pedro Leopoldo, Minas Gerais, 1990.
- 21- MAURER, R.L.; DAY, H.G. **J. Nutr.**, v.62, p.561-73, 1957.
- 22- MESSER, H.H. et al. **Science**, v.177, n.4052, p.893-4, 1972.
- 23- MESSER, H.H. et al. **Nature New. Biol.**, v.240, p.218-9, 1972.
- 24- MITCHEL, H.H.; EDMAN, M. **Nutr. Abstr. Rev.**, v.21, p.787-804, 1952.
- 25- MORES, N. et al. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 27., 1990. Campinas. p.179.
- 26- PLUMLEE, M.P. et al. **J. Anim. Sci.**, v.17, n.1, p.73-88, 1958.
- 27- SUTTIE, J.W. et al. **J. Dairy Sci.**, v.55, n.6, p.790-804, 1972.
- 28- UNDERWOOD, E.J. **Commonwealth Agricultural Bureaux**, London, 1981. p.169-77.
- 29- WEBER, C.W. Arizona: University of Arizona, 1966. 62p. Tese de Doutorado.
- 30- ZIPKIN, I.; McCLURE, F.J. **J. Nutr.**, v.47, p.611-20, 1952.