

FITASE EM DIETAS PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO: (II) PARÂMETROS DE CARCAÇA E OSSOS¹

PHYTASE FOR GROWING PIGS: (II) CARCASS AND BONES PARAMETERS

Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke² Jorge López³ Jorge Vitor Ludke⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito do nível de fitase (0, 300, 600 e 900UF/kg da dieta) a ser adicionado em dietas de suínos com dois níveis de proteína bruta (PB), um na exigência do animal (18% - NRC, 1988) e outro em nível menor (16%), sobre a qualidade da carcaça e nos parâmetros ósseos dos suínos. Foram utilizados 24 leitões com peso médio inicial de 18,4kg e abatidos ao final do experimento (após 28 dias) com peso médio final de 32,3kg. Antes do abate, foram avaliados a quantidade de nitrogênio ingerido total e o peso médio de abate, e após o abate foram avaliadas a quantidade de nitrogênio na carcaça e concentração do nitrogênio no conteúdo intestinal. Os parâmetros ósseos avaliados foram: concentração de cinzas, fósforo e cálcio na vértebra coccígea e no metacarpo. Foi observado que os animais que consumiram as dietas com fitase foram mais pesados ao abate ($P<0,092$), mas inexistiu efeito da enzima sobre a carcaça ($P>0,2$). Foram determinados um melhor aproveitamento do nitrogênio ($P<0,109$) e composição óssea ($P<0,05$) nos animais alimentados com dietas contendo 16% de PB suplementadas com níveis entre 297 – 560UF/kg; este efeito não foi observado nos suínos que receberam as dietas com 18% de PB mais fitase.

Palavras-chave: cálcio, carcaça, enzima, fitato, fósforo, nitrogênio.

SUMMARY

The objective of this experiment was to determine the appropriate level of phytase (0,300, 600 and 900PU/kg of the diet) to be added in swine diets containing two levels of crude protein (CP), one in the demand of the animal (18% - NRC, 1988)

and another in lower level (16%), on the quality of the carcass and the bony parameters of the pigs. Twenty four pigs with an initial average weight of 18.4kg and slaughtered at the end of the experiment (after 28 days) with an average weight of 32.3kg were used. The amount of total ingested nitrogen and the average live weight of the pigs were evaluated before slaughter. After slaughter, the amount of nitrogen in the pig carcass and concentration of the nitrogen in the intestinal content were analysed. The bony parameters evaluated were: concentration of ashes, phosphorus and calcium in the coccigea vertebra and in the metacarpus. It was observed that pigs that consumed the diets with phytase were slaughtered with larger weight ($P<0.092$); however, the enzyme did not show effect of the carcass parameters ($P>0.20$). A better nitrogen use ($P<0.109$) and bony composition ($P<0.05$) of the animals fed with diets containing 16% of CP plus enzyme levels among 297 - 560PU/kg were found. These effects were absent in pigs who consumed diets with 18% of CP plus phytase.

Key words: calcium, carcass, enzyme, nitrogen, phosphorus, phytate.

INTRODUÇÃO

O fósforo nos grãos de cereais está na forma de complexo orgânico fitato, devido à sua característica de complexar com uma variedade de cátions (Ca, Fe, Cu, outros) e grupo amina de alguns aminoácidos básicos, principalmente a lisina (BARNETT, 1993). Entre 80 e 85% de toda a

¹Parte da Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

²Zootecnista, Doutor, bolsista Recém-Doutor do CNPq no CNPSA-EMBRAPA. Rua Independência, 283, ap. 304/A, 89700-000, Concórdia, SC. E-mail: jmludke@netcon.com.br. Autor para correspondência.

³Professor Titular do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

⁴Pesquisador de Nutrição de Suínos na EMBRAPA – Suínos e Aves. Concórdia, SC.

matéria mineral do corpo animal está localizado no tecido ósseo, que é formado principalmente por sais de cálcio e fósforo e quantidades inferiores de outros minerais, especialmente o magnésio (HARPER *et al.*, 1997). Segundo MAYNARD *et al.*, (1984), o fósforo é um mineral que se encontra no organismo num estado dinâmico de contínuo intercâmbio entre os ossos e o sangue. Muitos são os fatores que influenciam a absorção do fósforo e do cálcio no organismo animal, incluindo seus próprios teores no organismo. MILLER *et al.* (1991) concluíram que a quantidade de fósforo e cálcio absorvidos depende de seus níveis na dieta, de suas fontes, da relação Ca:P na dieta, do pH intestinal e da concentração de outros elementos considerados antagônicos à absorção e utilização de fósforo e cálcio no organismo.

A digestibilidade da proteína na dieta dependerá do grau em que esta é hidrolisada a peptídeos menores e aminoácidos no estômago e no lúmen do intestino delgado proximal, da hidrólise e absorção dos aminoácidos na mucosa (RÉRAT *et al.*, 1976). Estudos em que a digestibilidade ileal verdadeira foi determinada (GREEN *et al.*, 1987) indicaram que entre 0 e 35% dos aminoácidos consumidos podem não ser absorvidos e passarem pelo intestino delgado.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o nível adequado de fitase a ser adicionado em dietas compostas por milho e farelo de soja para uma melhor disponibilidade do nitrogênio, fósforo e cálcio, avaliando parâmetros de carcaça e ósseos dos animais, e verificar se há efeito diferenciado da fitase nos diferentes níveis de proteína (16% e 18% PB) da dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na granja experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA) – EMBRAPA localizada em Concórdia - SC, Brasil, no período de 01 de junho a 28 de junho de 1996. Foi fornecida água a vontade. Após 28 dias no experimento, os animais (24 leitões machos castrados F2), com peso final médio de 32,3kg, foram abatidos duas horas após a última refeição, de modo a permitir a coleta da digesta presente no intestino delgado, mais precisamente o fíleo. O material coletado foi

analisado no laboratório quanto à concentração de nitrogênio no conteúdo ileal (NCI), conforme AOAC (1984). Foram avaliados em relação as carcaças dos animais o peso médio de abate (PMA), a quantidade de nitrogênio ingerido total e (NIT) e a quantidade de nitrogênio na carcaça (QNC). Para esta avaliação, as carcaças foram divididas em duas; a meia-carcaça esquerda foi homogenizada e retirada uma alíquota para a realização das análises com a amostra ainda úmida de acordo com o método AOAC (1984). Segundo o mesmo método foram avaliadas a concentração de cinzas (CCV e CCM), concentração de fósforo (CPV e CPM) e concentração de cálcio (CCaV e CCaM) na vértebra coccígea e no metacarpo, respectivamente.

O alimento foi fornecido de acordo com o peso metabólico dos animais. As dietas foram isoenergéticas com 3295kcal de EM/kg, mas com dois níveis de proteína bruta (PB) 18% (NRC, 1988) e 16% (abaixo da exigência do animal), e quatro níveis de fitase: 0, 300, 600 e 900 Unidades de Fitase/kg da dieta.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três blocos e 8 tratamentos, consistindo num fatorial 2 X 4, dois níveis de proteína bruta (18% e 16%) e 4 níveis de fitase (0,300, 600 e 900UF/kg da dieta). Cada repetição foi considerada uma unidade experimental representada por uma gaiola metabólica com um animal, onde foram alojados os animais, e o critério de bloqueamento foi o peso dos animais no início do experimento.

Na análise de variância dos dados adotou-se o modelo estatístico representado por: $y_{jik} = \mu + b_j + p_i + f_k + pf_{ik} + e_{jik}$, onde: Y_{jik} é o valor observado da variável resposta pertencente a gaiola jik ; μ = estimativa da média geral da resposta no experimento; b_j = efeito do bloco j ; p_i = efeito do nível de proteína i ; f_k = efeito do nível de fitase k ; pf_{ik} = efeito da interação resultante entre o nível de proteína i e o nível de fitase k ; e_{jik} = erro experimental. Realizou-se o desdobramento da interação proteína x fitase, estudando-se níveis de fitase dentro de cada nível de proteína. O efeito dos níveis de fitase foi desdobrado em componentes linear, quadrática e cúbica ou modelo descontínuo linear platô ($y = a + b * f$, $\forall f \leq f^*$ e $y = K \forall f \geq f^*$ com $f^* = (k - a)/b$). Os dados foram analisados segundo SAS (1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado um efeito linear ($P \leq 0,029$) sobre o PMA (Tabela 1), e a equação é mostrada na figura 1. Esta resposta indica que os animais foram abatidos com maior peso com a adição de fitase nas suas dietas, em um mesmo período experimental, pois utilizaram mais eficientemente a dieta. HARPER *et al.* (1997) também encontraram aumento linear no PMA dos animais em crescimento-terminação com a adição de fitase nos níveis de 0, 167 e 333UF/kg.

Tabela 1 - Médias ajustadas e erro padrão da média do peso médio de abate (PMA - g/d), quantidade de nitrogênio ingerido total (NIT - g), quantidade de nitrogênio na carcaça (QNC - g) e concentração de nitrogênio no conteúdo intestinal (NCI - %) dos animais abatidos no final do experimento.

PB	FITASE	PARÂMETROS AVALIADOS			
		PMA(EP) ¹	NIT(EP) ²	QNC(EP) ³	NCI(EP) ²
Efeito de PB		(P=0,418)	(P=0,00)	(P=0,086)	(P=0,648)
16	.	35,7±0,3	893,1± 6,8	711,0±10,7	3,41±0,43
18	.	36,1±0,3	1010,5± 6,6	739,9±10,4	3,12±0,42
Efeito da Fitase		(P=0,092)	(P=0,063)	(P=0,20)	(P=0,25)
.	0	35,2±0,4	959,4± 9,4	737,1±14,8	3,83±0,60
.	300	35,9±0,5	947,2±10,3	707,1±16,2	4,00±0,66
.	600	35,7±0,4	931,3± 9,4	710,8±14,8	2,67±0,60
.	900	36,7±0,4	969,4± 8,3	746,9±13,0	2,54±0,53
	RL	(P=0,029)	(P=0,734)	(P=0,614)	(P=0,071)
	RQ	(P=0,74)	(P=0,022)	(P=0,048)	(P=0,805)
	RC	(P=0,30)	(P=0,219)	(P=0,987)	(P=0,36)
PB x Fitase		(P=0,452)	(P=0,065)	(P=0,817)	(P=0,109)
16	0	35,2±0,7	895,1±14,7	724,3±23,3	5,40±0,94
16	300	35,5±0,7	889,2±14,7	700,0±23,3	3,44±0,94
16	600	36,0±0,5	894,5±11,7	698,5±18,4	2,37±0,75
16	900	36,2±0,5	893,6±11,7	721,2±18,4	2,41±0,75
	RL	(P=0,215)	(P=0,99)	(P=0,911)	(P=0,026)
	RQ	(P=0,91)	(P=0,851)	(P=0,28)	(P=0,259)
	RC	(P=0,826)	(P=0,776)	(P=0,987)	(P=0,956)
18	0	35,2±0,5	1023,6±11,7	749,8±18,4	2,26±0,75
18	300	36,3±0,7	1005,1±14,7	714,2±23,2	4,56±0,94
18	600	35,4±0,7	968,2±14,7	723,1±23,2	2,97±0,94
18	900	37,3±0,5	1045,1±11,7	772,6±18,4	2,67±0,75
	RL	(P=0,042)	(P=0,622)	(P=0,385)	(P=0,915)
	RQ	(P=0,565)	(P=0,005)	(P=0,068)	(P=0,154)
	RC	(P=0,124)	(P=0,07)	(P=0,97)	(P=0,242)

EP – Erro padrão da média

RL= Regressão Linear, RQ = Regressão Quadrática, RC = Regressão Cúbica

1 – Houve efeito da fitase ($P=0,092$)

2 – Houve interação proteína x fitase ($P<0,109$)

3 – Houve efeito de proteína ($P=0,086$)

Foi observado que a enzima não afetou significativamente ($P<0,25$) os parâmetros avaliados na carcaça dos animais, resultado que concordou com o trabalho realizado por BARNETT (1993). O autor não encontrou aumento significativo nas características de carcaças dos animais alimentados com dietas suplementadas com fitase (1000UF/kg da dieta). No presente experimento, houve efeito apenas dos níveis de proteína sobre a QNC ($P \leq 0,086$; Tabela 1), pois ocorreu um aumento de 4,0% ao elevar o nível de proteína da dieta. Segundo COLE *et al.* (1993), uma redução de 2% no nível de proteína na dieta dos animais na fase de crescimento, acarreta diferença sobre a quantidade de carne depositada nas suas carcaças, principalmente se este animal apresenta alto potencial para deposição de tecido muscular.

Observou-se uma interação ($P \leq 0,109$) proteína x fitase significativa (Tabela 1) sobre a concentração de NCI, onde foi encontrado um efeito linear platô (Figura 1) ao adicionar fitase nas dietas com 16% de proteína, porém não se verificou o efeito sobre o parâmetro avaliado ($P>0,15$) em dietas com 18% de PB. Isto significa que a concentração de NCI nos animais reduziu com o aumento do nível de fitase nas dietas com 16% de PB, e esta redução foi significativa ao adicionar até 461UF/kg da dieta. Isto ocorre porque a fitase agiu na liberação de aminoácidos básicos da proteína do farelo de soja que se encontravam complexados com o fitato e, com isso, o animal absorveu maior quantidade de aminoácidos digestíveis presentes neste ingrediente. Segundo O'DELL & DEBOLAND (1976), as frações protéicas da soja se ligam ao fitato, o que não ocorre com as proteínas do milho. Este efeito ocorreu somente nos animais alimentados com a dieta de 16% de PB, provavelmente devido à menor quantidade de farelo de soja nesta dieta em relação àquela com 18% de PB, que possuía uma concentração suficiente de aminoácidos digestíveis

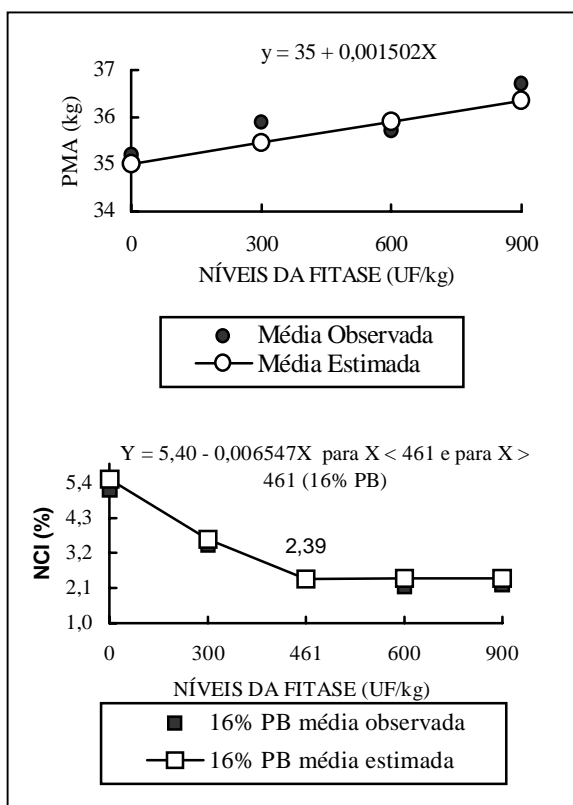


Figura 1 – Níveis de fitase sobre o PMA (kg) independente do teor protéico da dieta e NCI (%) no teor de 16% de PB.

para os animais. Desta forma, a liberação destes aminoácidos ultrapassou a exigência dos animais. Com isso, ocorreu um aumento na excreção do nitrogênio e, conseqüentemente, menor aproveitamento do nutriente. Este resultado está de acordo com BARNETT (1993), que encontrou aumento na digestibilidade ileal do nitrogênio em leitões com 28 dias de idade, ao consumirem dietas suplementadas com fitase no nível de 1000UF/kg.

Dentre os parâmetros ósseos (Tabela 2), não houve diferença significativa entre as dietas suplementadas com fitase e a dieta controle sobre a CPV ($P \leq 0,79$), CCaV ($P \leq 0,61$) e CCaM ($P \leq 0,85$), e isto indica que mesmo reduzindo o teor de fósforo e cálcio nas dietas, os parâmetros avaliados não foram prejudicados devido à ação positiva da enzima. HAN *et al.* (1997) encontraram efeito semelhante ao compararem dietas suplementadas com fitase (1000 e 1200UF/kg, de variedade do fungo *Aspergillus ficum*) com fosfato inorgânico, ao avaliarem a resistência óssea do metacarpo dos suínos.

Entretanto, foi encontrada interação proteína x fitase ao avaliar a CCV ($P < 0,05$), CCM ($P \leq 0,012$) e CPM ($P \leq 0,011$). Ao efetuar a análise de regressão destes parâmetros (Figura 2), foi observado um efeito linear platô ao adicionar níveis crescentes de fitase nas dietas com 16% de PB para a CCV e CCM. Nas dietas com 18% de PB, a adição de fitase ocasionou, respectivamente, um efeito quadrático ($P \leq 0,011$) e linear ($P \leq 0,015$), nestas variáveis. De acordo com a equação quadrática, o nível de fitase que ocasionou maior ($P \leq 0,011$) CCV nos animais foi o de 423UF/kg da dieta com 18% de PB. Em níveis acima deste foi observada uma redução ($P \leq 0,011$) neste parâmetro.

Quanto à CPM, foi obtido um efeito quadrático ($P \leq 0,015$) e linear ($P \leq 0,07$), respectivamente, ao serem fornecidas dietas com 16% e 18% de PB aos animais. O nível de fitase, nas dietas com 16% de PB, que ocasionou maior ($P \leq 0,015$) concentração de fósforo no metacarpo dos animais, foi de 560UF/kg. A observação de que existem níveis máximos de fitase com ação sobre os parâmetros ósseos, provavelmente deve-se ao aumento da relação Ca:P que ocorreu com o aumento do nível de fitase na dieta. Observou-se que os níveis máximos de fitase entre 363 - 560UF/kg da dieta, foram os que proporcionaram uma melhor deposição dos minerais nos ossos dos animais alimentados com as dietas contendo 16% de PB.

No entanto, quando foi fornecida dieta com nível de proteína adequado (18% PB), a adição de fitase ocasionou um efeito inverso sobre os parâmetros avaliados no metacarpo dos animais, exceto ao avaliar a CCV. Isto aconteceu, provavelmente, porque os animais que consumiram a dieta com nível de proteína adequado para a sua fase de crescimento (18% PB) apresentaram uma velocidade de crescimento maior do que aqueles que ingeriram as dietas com nível de proteína mais baixo (16% PB). Isto tem um efeito imediato caracterizado pelo aumento da exigência em cálcio e fósforo em suínos que apresentam maior taxa de ganho de peso; com isto, a liberação de fósforo e cálcio que se espera pela suplementação de fitase não foi suficiente para sustentar o maior crescimento dos suínos alimentados com as dietas de 18% de PB. Contudo, como nas dietas com nível de proteína mais baixo a velocidade de crescimento do animal foi menor, então, a liberação do fósforo fítico existente no farelo de soja e no milho através da ação da enzima foi suficiente em suprir a redução dos macrominerais. REINHARD *et al.* (1976)

Tabela 1 - Médias ajustadas e erro padrão da média da concentração de cinzas (CCV e CCM - %), concentração de fósforo (CPV e CPM - %), concentração de cálcio (CCaV e CCaM - %) na vértebra coccígea e no metacarpo dos animais, respectivamente.

PB	FITASE	PARÂMETROS AVALIADOS					
		CCV(EP) ¹	CPV(EP) ²	CCaV(EP) ³	CCM(EP) ¹	CPM(EP) ¹	CCaM(EP) ²
	Efeito de PB	(P=0,001)	(P=0,129)	(P=0,015)	(P=0,051)	(P=0,165)	(P=0,149)
16	.	49,47±0,35	8,97±0,19	18,75±0,48	50,39±0,28	8,96±0,05	19,25±0,56
18	.	51,65±0,34	9,41±0,18	20,75±0,47	51,27±0,27	9,07±0,05	18,00±0,55
	Efeito da Fitase	(P=0,007)	(P=0,786)	(P=0,609)	(P=0,184)	(P=0,085)	(P=0,847)
.	0	49,39±0,49	9,07±0,26	19,37±0,67	50,33±0,39	8,95±0,08	18,13±0,78
.	300	50,40±0,54	9,04±0,28	19,47±0,73	51,35±0,42	9,08±0,08	18,47±0,86
.	600	52,44±0,49	9,37±0,26	20,55±0,67	51,25±0,39	9,15±0,08	19,07±0,78
.	900	50,02±0,43	9,27±0,23	19,61±0,59	50,41±0,34	8,87±0,07	18,81±0,69
	RL	(P=0,093)	(P=0,426)	(P=0,543)	(P=0,943)	(P=0,608)	(P=0,452)
	RQ	(P=0,005)	(P=0,888)	(P=0,448)	(P=0,036)	(P=0,022)	(P=0,703)
	RC	(P=0,037)	(P=0,519)	(P=0,362)	(P=0,838)	(P=0,469)	(P=0,765)
	PB x Fitase	(P=0,05)	(P=0,869)	(P=0,797)	(P=0,012)	(P=0,011)	(P=0,517)
16	0	47,85±0,77	8,97±0,41	18,89±1,05	48,55±0,61	8,63±0,12	17,92±1,23
16	300	48,15±0,77	8,75±0,41	18,50±1,05	51,03±0,61	9,05±0,12	18,79±1,23
16	600	52,07±0,61	9,02±0,32	19,28±0,83	51,29±0,48	9,17±0,09	20,34±0,98
16	900	49,80±0,61	9,13±0,32	18,33±0,83	50,70±0,48	8,97±0,09	19,94±0,98
	RL	(P=0,011)	(P=0,671)	(P=0,834)	(P=0,022)	(P=0,04)	(P=0,161)
	RQ	(P=0,089)	(P=0,651)	(P=0,77)	(P=0,017)	(P=0,015)	(P=0,573)
	RC	(P=0,01)	(P=0,705)	(P=0,504)	(P=0,583)	(P=0,994)	(P=0,604)
18	0	50,93±0,61	9,17±0,32	19,84±0,83	52,11±0,48	9,27±0,09	18,34±0,98
18	300	52,64±0,77	9,32±0,40	20,44±1,05	51,66±0,61	9,11±0,12	18,16±1,23
18	600	52,81±0,77	9,73±0,40	21,82±1,05	51,20±0,61	9,13±0,12	17,81±1,23
18	900	50,23±0,61	9,40±0,32	20,90±0,83	50,11±0,48	8,78±0,09	17,68±0,98
	RL	(P=0,507)	(P=0,468)	(P=0,264)	(P=0,015)	(P=0,007)	(P=0,616)
	RQ	(P=0,011)	(P=0,52)	(P=0,434)	(P=0,57)	(P=0,391)	(P=0,982)
	RC	(P=0,73)	(P=0,595)	(P=0,523)	(P=0,823)	(P=0,331)	(P=0,945)

EP – Erro padrão da média

RL= Regressão Linear, RQ = Regressão Quadrática, RC = Regressão Cúbica

1 – Houve interação proteína x fitase (P<0,05)

2 – Não houve efeito significativo (P>0,10)

3 – Houve efeito de proteína (P<0,015).

demonstraram com suínos em crescimento que o aumento do nível de proteína de 14% para 18% da dieta, sem aumentar os níveis de fósforo e cálcio, diminuiu o conteúdo de cinzas nos ossos. Segundo FAMMATRE *et al.* (1977), os suínos em crescimento, com potencial genético para maior produção de músculos, podem responder ao aumento do nível de proteína da dieta se estas apresentarem concentrações mais altas de fósforo e cálcio do que os recomendados, pois é o mineral exigido para a formação de ambos: músculos e ossos.

Além desse motivo, a enzima apresentou maior efeito nas dietas com nível de proteína mais baixo (16% PB), pelo motivo de que quanto mais marginais estiverem os níveis nutricionais da dieta tanto maior é a ação enzimática, pois elas são substrato-dependentes.

O'QUINN *et al.* (1997) também encontraram aumento linear no peso das cinzas (P<0,01) e percentagem de cinzas (P<0,07) do metacarpo ao fornecerem dietas contendo nível de proteína e lisina abaixo da exigência para suínos em terminação, suplementadas com fitase nos níveis de 0, 300 e 500UF/kg.

CONCLUSÃO

Níveis entre 297 – 560UF/kg da dieta proporcionam um melhor aproveitamento do nitrogênio e melhor composição óssea dos animais alimentados com dieta contendo 16% de proteína. A adição de fitase em dietas com 18% de proteína ocasiona redução linear nos parâmetros ósseos.

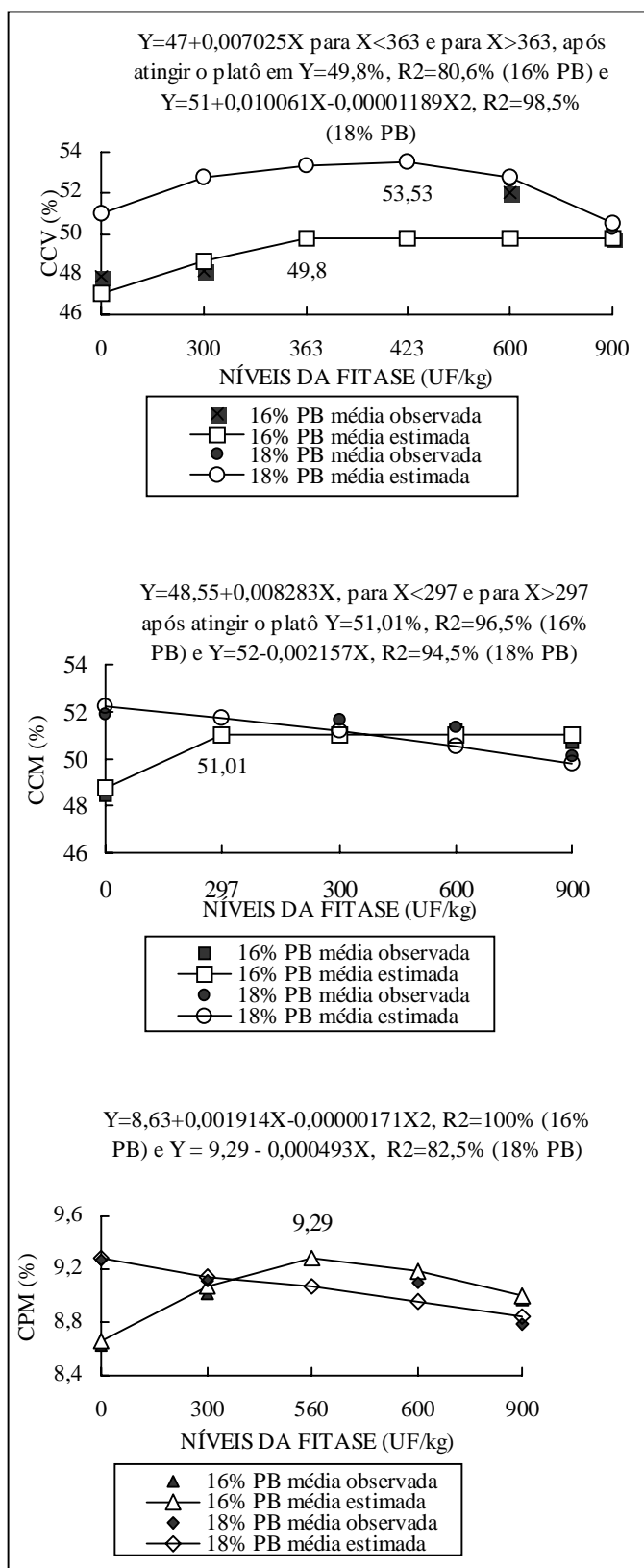


Figura 2 – Níveis de fitase sobre os parâmetros ósseos CCV (%), CCM (%) e CPM (%) nos diferentes níveis de proteína da dieta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION of official analytical chemists. **Official methods of analysis**. Arlington : AOAC, 1984. 1141p.
- BARNETT, B. **Effect of phytase on growth performance, ileal digestibility of amino acids and carcass composition in weaner pigs**. Armidale, 1993. 43p. Thesis (Bachelor of Rural Science) - University of New England, 1993.
- COLE, D.J.A.; HARENSIGN, W.; GARNSWORTHY, P.C. **Recent Developm in Pig Nutri**. Nottingham : University 1993. Towards na improved utilization of dietary amino acids by the growing pig: p.117-136.
- FAMMATRE, C.A.; MAHAN, D.C.; FETTER, A.W. Effects of dietary protein, calcium and phosphorus levels for growing and finishing swine. **J Anim Sci**, Champaign, v.44, n.1, p.65-77, 1977.
- GREEN, S.; BERTRAND, S.L.; DURON, M.J.C., *et al.* Digestibility of amino acids in maize, wheat and barley meal, measured in pigs with ileo-rectal anastomosis and isolation of the large intestine. **J Sci Food and Agric**, London, v.41, n.1, p.29-43, 1987.
- HAN, Y.M.; YANG, F.; ZHOU, A.G., *et al.* Supplemental phytases of microbial and cereal source improve dietary phytate phosphorus utilization by pigs from weaning through finishing. **J Anim Sci**, Champaign, v.75, n.4, p.1017-1025, 1997.
- HARPER, A.F.; KORNEGAY, E.T.; SCHELL, T.C. Phytase supplementation of low-phosphorus growing-finishing pig diets improves performance phosphorus digestibility and bone mineralization and reduces phosphorus excretion. **J Anim Sci**, Champaign, v.75, n.12, p.3174-3186, 1997.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F., *et al.* **Nutrição animal**. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.
- MILLER, E.R.; ULLREY, D.E.; LEWIS, A.J. **Swine nutrition**. London: Butterworth-Heinemann, 1991. 673p.
- NRC (NUTRIENT REQUIREMENTS OF SWINE). 9. ed. Washington, DC : National Academy, 1988, 90p.
- O'DELL, B.L.; DeBOLAND, A. Complexation of phytate with proteins and cations in corn germ and oilseeds meals, **J Agric Food Chem**. Washington, v.24, n.4, p.804-808, 1976.
- O'QUINN, P.R.; KNABE, D.A.; GREGG, E.J. Efficacy of Natuphos in sorghum-based diets of finishing swine. **J Anim Sci**, Champaign, v.75, n.5, p.1299-1307, 1997.
- REINHARD, M.K.; MAHAN, D.C.; WORKMAN, B.L., *et al.* Effect of increasing dietary protein level, calcium and phosphorus on feedlot performance, bone mineralization and serum mineral values with growing swine. **J Anim Sci**, Champaign, v.43, n.4, p.770-780, 1976.
- RÉRAT, A.; CORRING, T.; LAPLACE, J.P. Protein digestion and absorption. In: COLE, D.J.A., BOORMAN, K.N.; BUTTERY, P.J. *et al.* (Eds.) **Protein Metabolism and Nutrition**. London: Butterworth, 1976. p.16-17.
- SAS. Institute (Cary, NC) version 6.4. **Statistic**. Cary, 1990. 1686p.