

INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE PREÇO DO MILHO
NA FORMULAÇÃO DE RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO

Davi Guilherme Gaspar Ruas*

INTRODUÇÃO

O milho é o ingrediente de maior escala de utilização em formulações de rações como fonte energética, mas encontra-se na literatura especializada que o sorgo pode substituí-lo nestas formulações

A composição do sorgo é quase a mesma do milho e seu preço é inferior, portanto é um produto que pode vir a contribuir na diminuição dos custos destas formulações.

O sorgo é uma gramínea que possui boa produtividade, apresentando tam bém produção em uma rebrota e o desenvolvimento da cultura é semelhante ao do milho, exigindo colheita mecânica, mas não tão problemática quanto ao clima.

A utilização de sorgo em rações no Brasil é muito baixa, provavelmente devido a pequena oferta.

Portanto, este trabalho procura estudar uma formulação de ração que possua um custo mínimo por quilo e analisar variações neste custo face a mudanças no preço do milho e sorgo, fontes substitutas de energia.

Mais especificamente, os objetivos deste trabalho são:

- Analisar o comportamento das quantidades de milho e sorgo na ração em face a variação no preço do milho
- Estudar as possibilidades econômicas da utilização do sorgo em rações para suínos.

* Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA, Sete Lagoas, Minas Gerais.



METODOLOGIA

Modelo Matemático

Utilizando-se a técnica de Programação Linear, como instrumento analítico, será formulada uma ração de custo mínimo, através do estabelecimento de um conjunto de equações e inequações lineares, cuja solução foi condicionada à minimização de uma função de custo, também linear, denominada "função objetivo". O conjunto de equações e inequações representa as restrições técnicas e nutricionais, enquanto que a função objetivo representa o custo total da ração.

A expressão matemática do problema é:

$$\text{Min } C = \sum_{j=1}^n P_j X_j$$

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i \quad (j = 1 \dots n); (i = 1 \dots m)$$

e mais

$$X_j \geq 0,$$

além de outras restrições específicas impostas aos X_j , de acordo com a natureza biológica de cada ingrediente.

C = Custo total da ração

X_j = Ingredientes ou componentes da ração ($j = 1 \dots n$).

P_j = Preço unitário de cada ingrediente ($j = 1 \dots n$).

a_{ij} = Quantidade do i -ésimo elemento nutritivo presente em cada unidade do j -ésimo ingrediente ($i = 1 \dots m$); ($j = 1 \dots n$).

b_i = Nível mínimo, máximo ou fixo em que cada elemento nutritivo deve figurar na dieta.

DADOS

A ração a ser formulada será para suínos em crescimento e acabamento, com peso vivo de 60 a 100 kg, e sua exigência nutricional está na Tabela 1.

Tabela 1. Exigências nutricionais de suínos em crescimento e acabamento: porcentagem ou quantidade por quilograma de ração, e código na matriz.

Nutrientes	Exigências (RHS)	Código
Proteína Bruta	13,00	PROTEIN
Energia Digestível	3300,00	ENDIGES
Cálcio	0,50	CALCIO
Fósforo	0,40	FOSFORO
Riboflavina	2,20	RIBOFLA
Niacina	10,00	NIACINA
Ac. Pantotênico	11,00	AC PANTO
Lisina	0,50	LISINA
Tiamina	1,10	TIAMINA

Fonte: DZ - ESALQ

Os ingredientes utilizados, foram os que são mais encontrados no mercado atacadista de São Paulo, e estão na Tabela 2, como também sua composição nutricional.

A composição nutricional do sorgo é hoje muito discutida, pois não se possui ainda um padrão da composição de nutrientes existentes nos grãos, p.e, o teor de proteína varia conforme variedade e de acordo com a fertilidade do solo; outro aspecto discutido é o teor de tanino, considerando estes pontos, utilizou-se como fonte uma única tabela de nutrição para suínos.

Tabela 2. Composição dos ingredientes utilizados na formulação da ração

Nutrientes Insumos	Proteína %	Endígeas Kcal	Cálcio %	Fosforo %	Riboflavin mg	Niacina mg	Acpan- to mg	Lisina mg	Tiamina mg
Milho	9,0	3500	0,01	0,25	1,0	26	4	0,2	4,6
Sorgo	9,0	3200	0,04	0,30	1,0	43	11	0,2	4,6
Farinha de Peixe	60,0	3100	5,00	3,00	6,0	60	10	5,5	6,6
Farelo de Amendoim	45,0	3200	0,15	0,50	11,0	170	50	1,5	7,3
Farelo de soja	44,0	3300	0,25	0,60	3,0	27	15	2,9	5,1
Farinha de Alfafa	17,0	1400	1,30	0,24	12,0	46	30	-	3,3
Farelo de Algodão	36,0	3000	0,15	1,10	5,0	40	14	1,6	5,5
Farelo de Trigo	16,0	1700	0,14	1,24	2,9	187	29	0,5	8,4
Farelo de Arroz	13,0	2400	0,06	1,82	2,6	27,5	22	0,4	22,0

Fonte: DZ-ESALQ

Os preços utilizados neste trabalho são cotações do dia 10/7/79 da Bolsa de Cereais de São Paulo publicados no "O Estado de São Paulo", o preço do sorgo foi tomado como 80% do preço do milho.

Estes ingredientes possuem um limite máximo em que podem estar presente em um quilograma de ração para suínos, estes limites como o preço dos insumos estão na Tabela 3.

Tabela 3. Preços dos ingredientes, limite máximo de utilização e código na matriz.

INSUMO	PREÇO (Cr\$)	LIMITE MÁXIMO	CÓDIGO
Milho	3,00	0,90	A1
Sorgo	2,40	0,85	A2
Farinha de Peixe	9,00	0,10	A3
Farelo de Amendoim	3,80	0,10	A4
Farelo de Soja	5,30	0,15	A5
Farinha de Alfafa	7,50	0,10	A6
Farelo de Algodão	2,52	0,10	A7
Farelo de Trigo	1,95	0,05	A8
Farelo de Arroz	2,50	0,30	A9

Com os dados das Tabelas 1, 2 e 3 foi constituída a Tabela 4, que é a matriz com que os dados são dispostos para análise por meio de programação linear. Com estes dados foi obtida uma razão de custo mínimo, com os preços de mercado dos ingredientes.

Posteriormente, foram obtidas diversas soluções por meio da parametrização do preço do milho, no intervalo de Cr\$ 0,00 a Cr\$ 5,00, mantendo os preços dos outros ingredientes constantes.

TABELA 4. Matriz de definição do problema com as restrições

INSUMOS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	RHS
CUSTO	3,00	2,40	9,00	3,80	5,30	7,50	2,52	1,95	2,50	-
PROTEIN	9,00	9,00	60,00	45,00	44,00	17,00	36,00	16,00	13,00	\geq 13,00
ENDIGES	3500,00	3200,00	3100,00	3200,00	3300,00	1400,00	3000,00	1700,00	2400,00	\geq 3300,00
CALCIO	0,01	0,04	5,00	0,15	0,25	1,30	0,15	0,14	0,06	\geq 0,50
FOSFORO	0,25	0,30	3,00	0,50	0,60	1,24	1,10	1,24	1,82	\geq 0,40
RIBOFLA	1,00	1,00	6,00	11,00	3,00	12,00	5,00	2,90	2,60	\geq 2,20
NIACINA	26,00	43,00	60,00	170,00	27,00	46,00	40,00	187,00	27,50	\geq 10,00
ACPANTO	4,00	11,00	10,00	50,00	15,00	30,00	14,00	29,00	22,00	\geq 11,00
LISINA	0,20	0,20	5,50	1,50	2,90	-	1,60	0,50	0,40	\geq 0,50
TIAMINA	4,60	4,60	6,60	7,30	5,10	3,30	5,50	8,40	22,00	\geq 1,10
PESO	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	= 1,00
Limite máximo	0,90	0,85	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,05	0,30	-

RESULTADOS

Na tabela 5 tem-se a composição de uma ração de custo mínimo a preços de mercado, como também o intervalo em que os preços dos ingredientes podem variar sem que estes modifiquem sua quantidade na solução, o custo desta ração ficou em Cr\$ 3,34 por quilo.

Tabela 5. Composição da ração de custo mínimo e limites de preços.

Ingredientes	Quantidade kg	Limite de Preço (Cr\$)	
		Mínimo	Máximo
Milho	0,37284	2,378	3,147
Sorgo	0,45296	2,323	2,667
Farinha de Peixe	0,09320	2,847	32,445
Farelo de Amendoim	0,06834	3,554	16,818
Farelo de Soja	-	3,124	-
Farinha de Alfafa	-	1,184	-
Farelo de Algodão	0,01266	2,072	2,617
Farelo de Trigo	-	- 0,563	-
Farelo de Arroz	-	0,846	-

O sorgo entrou em maior quantidade que o milho na ração, isto devido ao seu preço mais baixo e não entrou em maior volume restringido pelo seu teor de riboflavina. O milho foi restringido pelo teor de ácido pantotênico. O ingrediente mais estável na ração é a farinha de peixe, fonte de proteína, por apresentar o maior limite de variação de preço. O milho permite um aumento de 4,9% no seu preço sem diminuir sua quantidade na solução, enquanto o sorgo pode ter um aumento de 11,1%.

Na tabela 6 está o resultado da parametrização do preço do milho, nota-se que o milho atinge alta porcentagem na composição da ração se seu preço estiver no intervalo de Cr\$ 0,00 a Cr\$ 2,131, acima deste preço o sorgo já se torna uma alternativa mais barata de energia, substituindo uma parcela do milho, mesmo que seu preço seja 1,03 vezes maior que o do milho. Quando o preço

Tabela 6. Resultados da parametrização do preço do milho, mantendo constante os preços dos outros ingredientes

Custo	Preço	Quantidade								
		Ração	Milho	Sorgo	Farinha Peixe	Farelo Amendoim	Farelo Soja	Farinha Alfafa	Farelo Algodão	Farelo Trigo
1,403	-	0,72360	-	0,09376	0,10000	-	-	-	0,05000	0,03264
2,615	1,675	0,71951	-	0,09377	0,09737	-	-	-	0,05000	0,03935
2,943	2,131	0,67432	-	0,09173	0,09334	-	-	0,09061	0,05000	-
3,072	2,322	0,61449	0,15244	0,09346	0,08961	-	-	-	0,05000	-
3,100	2,367	0,40811	0,41810	0,09345	0,07162	-	-	-	0,00873	-
3,104	2,378	0,37284	0,45296	0,09320	0,06834	-	-	0,01266	-	-
3,391	3,147	0,36444	0,46890	0,09332	0,07334	-	-	-	-	-
4,066	5,000	0,36444	0,46890	0,09332	0,07334	-	-	-	-	-

do milho atinge 0,986 do preço do sorgo, este já o supera na quantidade que entra na composição.

CONCLUSÕES

O sorgo apresenta condições econômicas para ser considerado como fonte alternativa de energia em substituição de partes do milho em uma ração de custo mínimo para suínos. Portanto, podemos hoje com um produto alternativo, mais barato, substituir parcela do milho consumido pelas fábricas de rações. Com a relação de preço de mercado, preço do sorgo igual a 80% do preço do milho, o sorgo entra na solução ótima em uma ração de custo mínimo pra suínos em acabamento com 45,2% da mistura, enquanto o milho participa com 37,2%. Mas o sorgo não possui condições de substituir totalmente o milho, mesmo que seu preço seja tomado como zero.

Variando o preço do milho, conclui-se que este é substituído em pequena parcela pelo sorgo, mesmo que seu preço seja 3,3% maior que o do milho e passa a entrar em maior quantidade, quando seu preço é 1,4% maior.

LITERATURA CONSULTADA

"O ESTADO DE SÃO PAULO" - Jornal, SP. 10 de julho de 1979.

TABELAS PARA CÁLCULO DE RAÇÃO PARA SUINOS E SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA NUTRICIONAIS; DZ-ESALQ. 1972 (mimeo).

VIEIRA, A et alii - Um Exemplo de Cálculo de Ração de Custo Mínimo Utilizando o Programa LP-MOSS - DCSA-ESALQ, 1973, 22p(mimeo).