

PROCURA POTENCIAL PARA O SORGO GRANÍFERO NO
NORDESTE BRASILEIRO

Teobaldo Campos Mesquita (1)
Paulo Roberto Silva (1)
John H. Sanders Jr. (1)

1 - INTRODUÇÃO

No Nordeste Brasileiro, tal como ocorre em outras regiões do mundo, o deficit qualitativo e até quantitativo de alimentos se agrava dia a dia.

A irregularidade das precipitações pluviométricas e a inexistência de tecnologias adequadas para a produção de alimentos em uma região semi-árida, sem irrigação e com alta densidade de população rural como o Nordeste Brasileiro, tornam urgente o estabelecimento de uma estratégia capaz de resolver ou pelo menos atenuar este deficit alimentar.

Dada a impossibilidade de se modificarem fatores incontraláveis (clima, por exemplo) ou de, no curto prazo, se atenuarem seus efeitos, a adoção de uma tecnologia consistente com as condições climáticas da Região se afigura como única solução viável (4).

Nesse sentido, realizam-se atualmente no Nordeste alguns experimentos visando a introdução do sorgo nas zonas mais áridas da Região, onde a cultura do milho não encontra as condições climáticas necessárias ao seu melhor desenvolvimento.

(1) Professores do Departamento de Economia Agrícola da UFC. Os autores agradecem ao BNB pelo apoio financeiro a esta pesquisa. Este trabalho foi apresentado no Seminário sobre Programação Linear Aplicada ao Planejamento Agrícola no Nordeste, realizada pela SUDENE e Banco Mundial (Recife, 10 a 14/03/75) e na XIIIª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Economistas Rurais - SOBER (Curitiba-PR, 28 a 31/07/75).

De acordo com NOBRE (6) "o sorgo apresenta algumas vantagens em relação ao milho, valendo destacar a maior resistência da cultura às irregularidades climáticas, que são fatores restritivos à produção de milho no Nordeste. Além disso, quando cultivado em condições desfavoráveis, proporciona maiores rendimentos físicos que o milho".

O sorgo pode ser usado satisfatoriamente como fonte energética em dietas humanas e em rações animais. Segundo relatório publicado pelo BNB (1), este cereal vem sendo empregado como grão alimentício básico em dietas humanas em algumas regiões da Ásia e da África (Nigéria, Etiópia e Índia), transformado em farinha e usado como componente de misturas panificáveis. Não obstante, a utilização do sorgo no Nordeste, mesmo em rações animais, não atingiu ainda uma escala significativa, devido à instabilidade e insuficiência da oferta, como também ao pouco conhecimento das suas características biológicas, por parte dos criadores e dos fabricantes de rações.

Os objetivos deste trabalho são:

- a) estudar as possibilidades econômicas da utilização do sorgo em rações para frangos de corte;
- b) analisar as condições de substituição de milho por sorgo nessas rações, sob diversas relações de preços;
- c) determinar a procura potencial para o sorgo granífero no Nordeste, por parte dos fabricantes de rações avícolas; e
- d) oferecer sugestões para a política de grãos no Brasil, especialmente no que se refere ao sorgo.

2 - METODOLOGIA

2.1 - Modelo Matemático

Foi usada a técnica de Programação Linear, como instrumento analítico. Determinou-se 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

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} X_j \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} b_i \quad (j = 1 \dots n); \quad (i = 1 \dots m).$$

e mais

$$X_j > 0,$$

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 de 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.

Sobre essa ração, foram realizadas análises de sensibilidade, a fim de observarem as mudanças nas quantidades dos ingredientes, ocasionados por mudanças nos preços e se determinarem as curvas de procura potencial.

2.2 - Dados

Os dados referentes aos valores nutritivos (a_{ij} 's) usados para compor a ração de custo mínimo, bem como as informações relativas às exigências nutricionais das aves (b_i 's), são coeficientes técnicos e foram obtidos de tabelas especiais (2). Estes dados foram complementados e/ou ajustados por especialistas do Departamento de Zootec

(2) Ver CAMPOS (2) e EWING (3).

nia, do Instituto de Biologia, Instituto de Química e o Laboratório de Ciência do Mar, órgãos da Universidade Federal do Ceará.

Informações adicionais foram conseguidas junto ao Banco do Nordeste do Brasil, bem como junto a técnicos, avicultores, industriais e comerciantes de rações (3).

3 - RESULTADOS

3.1 - Ração de Custo Mínimo

A mistura determinada destina-se ao arraçamento de frangos de corte na fase de engorda (após a sexta semana de vida) e sua composição está apresentada no quadro 1.

Na função objetiva utilizada para obtenção desta solução, o milho entrou com um preço de Cr\$ 0,90/kg, enquanto que o custo considerado para o sorgo foi de Cr\$ 0,60/kg (dois terços do preço do milho).

Pelo quadro 1, observa-se que o sorgo representa aproximadamente 55% do peso total da mistura e sua quantidade é cerca de 3,7 vezes maior do que a quantidade de milho presente na ração. Deve-se acrescentar que foi imposta uma restrição relativa ao milho, forçando a entrada deste ingrediente na ração de custo mínimo, em sua proporção nunca inferior a 15% do peso total da ração, a fim de atender a especificações de ordem biológica da dieta (4).

3.2 - Substituição de Milho por Sorgo

Para analisar as condições econômicas de substituição de milho por sorgo, foram feitas comparações entre dois tipos de ração: uma contendo sorgo e outra que não continha este cereal.

(3) Maiores detalhes sobre os dados utilizados neste trabalho podem ser vistos em MESQUITA (5).

(4) Como o sorgo não possui caroteno nem xantofila, sua presença como único grão na ração pode provocar o aparecimento de aves com pele despigmentada. A percentagem mínima de 15% de milho é sugerida por HARNIS et alii, citados por de Lisina, Arginina, Treonina, Metionina, Cistina e Triptofano. Normalmente as rações com sorgo precisam ser complementadas com outra fonte de proteína vegetal (6).

QUADRO 1.- Ração de Custo Mínimo, para Engorda de Frangos

Ingrediente	Quantidade (kg)	%
Farinha de soja	1,124	11,24
Farinha de carne	0,433	4,33
Farinha de peixe	0,220	2,20
Torta de algodão	0,500	5,00
Milho	1,500	15,00
Sorgo	5,480	54,80
Farinha de lagosta	0,271	2,71
Farelo de trigo	0,146	1,46
Farelo de gergelim	0,102	1,02
Metionina sintética	0,016	0,16
Lisina sintética	0,008	0,08
Total	9,800	98,00 (1)

(1) Os 2% restantes correspondem à margem deixada para a suplementação de minerais, vitaminas, antibióticos e coccidiostáticos.

Fonte: MESQUITA (5) - "Rações de Custo Mínimo para Frangos de Corte e Procura Potencial para Novos Ingredientes".

Tal procedimento baseou-se na hipótese de que milho e sorgo são substitutos, ou seja: Ao ser introduzido sorgo numa ração que apresente milho como principal fonte energética, alguma quantidade desse sorgo substituirá parte do milho na ração original.

A ração sem sorgo foi determinada a partir do mesmo grupo de restrições usado para a ração com sorgo, a fim de que as diferenças de composição observadas entre as duas dietas pudessem ser atribuídas somente à presença ou ausência de sorgo nas fórmulas, prevendo-se ainda que as quantidades de milho e sorgo seriam afetadas pelos preços relativos dos dois cereais.

Foi analisada a substituição sob vários níveis de preços relativos (preço de sorgo/preço de milho), fazendo-se variar o preço do sorgo, com o preço do milho mantido constante. As quantidades dos dois

cereais na fórmula, sob as diversas relações de preço consideradas, são mostradas no quadro 2:

QUADRO 2.- Quantidades de Milho e Sorgo na Ração de Custo Mínimo, sob Diferentes Níveis de Preços Relativos

P_m (Cr\$)	P_s (Cr\$)	$P_s/P_m \cdot 100$	Q_m (Cr\$)	Q_s (kg)	E_{ms} (¹)
0,90	0,60	67,00	1,500	5,480	3,064
0,90	0,75	83,00	2,649	4,375	0,613
0,90	0,81	90,00	2,779	4,248	0,055
0,90	0,90	100,00	2,796	4,232	

(¹) Elasticidades cruzadas milho x sorgo.

Fonte: MESQUITA (5) - "Rações de Custo Mínimo para Frangos de Corte e Procura Potencial para Novos Ingredientes".

O sinal positivo das elasticidades cruzadas milho x sorgo (⁵) comprova a hipótese de que milho e sorgo são substitutos. O somatório das quantidades de milho e sorgo, sob cada relação de preços, representa a principal fonte de suprimento energético da ração. Admitindo que, sem a inclusão de sorgo, praticamente todo o suprimento de energia seria feito pelo milho, a percentagem do milho substituído, quando se oferece sorgo como alternativa, pode ser interpretada como a taxa percentual de substituição de milho por sorgo.

Nota-se no quadro 3 que, mesmo quando o preço do sorgo é igual ao preço do milho, processa-se uma substituição de milho por sorgo, da ordem de 61%. Este resultado é devido à superioridade do sorgo sobre o milho, com relação às quantidades de princípios nutritivos por unidade.

(⁵) Esta medida de elasticidade deve ser entendida como uma aproximação, tendo em vista que as curvas de demanda potencial são descontínuas e, portanto, não diferenciáveis.

QUADRO 3.- Taxas Percentuais de Substituição de Milho por Sorgo, sob Diver
sas Relações Preço de Sorgo/Preço de Milho

$P_s/P_m \times 100$	Taxa de substituição (%)
67	78,63
83	62,77
90	60,95
100	60,72

Fonte: MESQUITA (5) - "Rações de Custo Mínimo para Frangos de Corte e Pro
cura Potencial para Novos Ingredientes".

QUADRO 4.- Valores Nutritivos do Milho e do Sorgo, com Relação às Quantida
des de Alguns Nutrientes

Nutriente	Unidade	Milho	Sorgo
Energia Metabolizável	Kcal	3300	3304
Proteína	kg	0,0930	0,1100
Arginina	"	0,0037	0,0045
Histidina	"	0,0021	0,0024
Isoleucina	"	0,0038	0,0054
Leucina	"	0,0123	0,0137
Lisina	"	0,0021	0,0028
Metionina	"	0,0022	0,0011
Fenilalanina	"	0,0042	0,0049
Treonina	"	0,0031	0,0032
Triptofano	"	0,0007	0,0011
Valina	"	0,0044	0,0057
Tirosina	"	0,0041	0,0019
Cistina	"	0,0011	0,0015
Cálcio	"	0,0002	0,0007
Fósforo	"	0,0033	0,0038
Fibra	"	0,0200	0,0200

Fonte: CAMPOS, J. - Tabelas para o Cálculo de Rações, 4ª edição, Viçosa, 1972.

No quadro 4 observa-se que o sorgo apresenta vantagem comparativa sobre o milho, com relação a quase todos os nutrientes. Apenas os teores de Metionina e Tirosina são maiores no milho que no sorgo. No entanto, o sorgo apresenta algumas características biológicas indesejáveis, que limitam um pouco sua utilização como componente de rações avícolas. Ausência de pigmentos, ocorrência de princípios tóxicos (7), baixa palatabilidade (atribuída à presença de tanino) e pouca digestibilidade (6).

Convém destacar que esses valores representam médias, não tendo se levado em conta a variabilidade dos níveis nutricionais que ocorre entre diferentes partidas de um mesmo ingrediente (7).

3.3 - Demanda Potencial para Sorgo no Nordeste, em 1980

A determinação da demanda potencial para o sorgo no Nordeste foi feita indiretamente, a partir de projeções feitas para a demanda de milho, pelo Banco do Nordeste do Brasil S/A. Segundo essas projeções, a demanda potencial para o milho na Região, em 1980, terá uma parcela correspondente a 652,8 mil toneladas, utilizadas exclusivamente em rações para aves de corte (8).

(6) Pesquisa realizada no Instituto de Biologia da Universidade Federal do Ceará identificou no grão de sorgo alguns inibidores da tripsina que, presumivelmente, prejudicam sua digestibilidade.

(7) Pretende-se, em estudo posterior, incluir a variância dos níveis nutricionais no modelo, para determinação de rações de custo mínimo.

(8) Os modelos utilizados pelo BNB para procura e oferta foram:

$$D_t = P_t + Y^E_t$$

$$S = f(T)$$

Onde D é a taxa de crescimento da procura. Esta taxa é o somatório da taxa de crescimento da população (P_t) e do produto da elasticidade da renda (Y) pela taxa de crescimento da renda per capita. Na base da estimativa do crescimento da procura estima-se a procura em 1980. A oferta foi estimada como uma função do tempo e extrapolada até 1980. As pressuposições implícitas na estimativa da procura são que os preços relativos não mudarão e que não haverá alterações na distribuição da renda. A estimativa da procura depende da estimativa do crescimento da renda per capita. Normalmente o crescimento econômico per capita é utilizado como uma "proxy" para esta variável.

Esta quantidade, no entanto, foi determinada sob a pressuposição de que o único grão presente nas rações seria o milho, desconsiderando a possibilidade da inclusão de sorgo, como fonte energética complementar ou substituta (9).

Com fins metodológicos, formulou-se uma ração de custo mínimo em que também se desconsiderou a entrada de sorgo como fonte supridora de energia (anexo 1). Desse modo, o milho seria ainda o único grão presente na mistura, simulando-se uma situação idêntica à que foi considerada pelo BNB em seu estudo.

A demanda de milho por parte de um fabricante de rações é proporcional à demanda agregada de todos os fabricantes deste produto. Assim, desde que se admitiu a quantidade de 652,8 mil toneladas como sendo a demanda potencial total para 1980 (pela projeção do BNB), pode-se dizer que esta demanda é proporcional à quantidade de milho na ração sem sorgo determinada. Foi estabelecido o fator de proporcionalidade entre a quantidade de milho obtido nessa ração de custo mínimo e a quantidade projetada como a demanda total deste grão em 1980.

QUADRO 5.- Demanda Potencial de Sorgo e de Milho, para Uso em Rações de Frangos de Corte, Nordeste, 1980

P_s/P_m (%)	⁽¹⁾ Q_m (kg)	⁽¹⁾ Q_s (kg)	⁽¹⁾ $Q_m + Q_s$ (kg)	Demanda potencial $Q_m + Q_s$ (1.000 t)	Substitui ção de milho por sorgo (%)	Demanda potencial de milho (1.000 t)	Demanda potencial de sorgo (1.000 t)
67	1,500	5,480	6,980	654	79	140	514
83	2,649	4,375	7,024	658	63	245	413
90	2,779	4,248	7,027	658	61	257	401
100	2,796	4,232	7,028	658	61	259	400

⁽¹⁾ Na ração.

⁽⁹⁾ No mesmo documento, em seção posterior, o BNB apresenta as projeções da demanda de milho e sorgo nas rações animais, supondo "a priori" que o sorgo substituirá 30% do milho nas rações.

Fonte: MESQUITA (5) - "Rações de Custo Mínimo para Frangos de Corte e Procura Potencial para Novos Ingredientes".

Ao ser introduzido sorgo na ração, o suprimento energético passaria a ser feito pelos dois cereais (milho e sorgo), podendo-se considerar o somatório das quantidades desses dois ingredientes como uma fonte energética única.

As projeções para 1980 foram feitas multiplicando-se o fator de proporcionalidade estabelecido pelo somatório da quantidade de milho e sorgo, a cada nível de preço relativo considerado.

Os resultados mostrados no quadro 5 representam as projeções da demanda total de "fontes energéticas" (quantidade de milho + quantidade de sorgo) em 1980.

A taxa de substituição de milho por sorgo a cada relação de preços permite desagregar esses resultados, obtendo-se assim as quantidades potencialmente demandadas de cada um desses componentes (quadro 5).

A figura 1 mostra a configuração das curvas de demanda potencial para sorgo e milho, por parte dos fabricantes de rações para frangos de corte no Nordeste, em 1980.

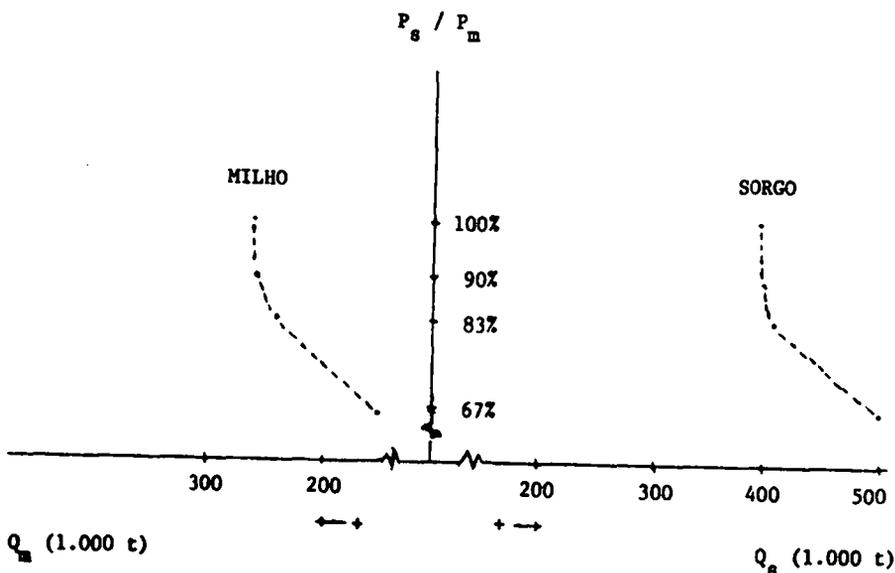


FIGURA 1.- Quantidades de Sorgo e Milho utilizadas potencialmente nas rações de frango de corte no Nordeste, sob diferentes relações de preços (Projeção para 1980).

Visto que se consideram relações de preços (preço de sorgo/preço de milho x 100), quando o preço do sorgo diminui relativamente ao preço do milho, a quantidade procurada de sorgo aumenta, enquanto a quantidade procurada de milho diminui. Isto vem em decorrência da relação de substituição entre os dois ingredientes, como indicam os coeficientes de elasticidade cruzada mostrados no quadro 2.

A demanda conjunta de milho e sorgo seria representada neste gráfico como o somatório horizontal das curvas de demanda de cada ingrediente.

4 - CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES POLÍTICAS

Os resultados deste trabalho mostram que existe procura potencial para sorgo visto que, somente para a alimentação de frangos de corte, seriam utilizadas de 400 a 514 mil toneladas do produto, dependendo das relações preço de sorgo/preço de milho. Este fato implica na imediata adoção de políticas agrícolas, visando estimular a produção e melhorar a comercialização do sorgo granífero na região nordestina.

No lado da produção, as pesquisas em desenvolvimento na Região têm demonstrado que existe vantagem do sorgo sobre o milho nos anos de chuvas escassas ou irregulares e que o rendimento das variedades escolhidas para as condições locais é bem maior do que o das variedades importadas não selecionadas (4. 6). Dados os altos rendimentos das variedades selecionadas para a Região, sob condições experimentais, acredita-se que seria interessante testar as melhores variedades nas condições de fazenda, em diversas áreas do Nordeste semi-árido.

Aumentos de produtividade do sorgo poderiam ser tentados, através de pesquisas visando o controle da "mosca do sorgo" (*Contarinia sorghicola*), o combate ao passarinho e a seleção de variedades melhoradas (4). Outras pesquisas com a cultura sob diferentes sistemas de consórcio e níveis de adubação também devem ser estimuladas.

Na área da nutrição, devem-se intensificar esforços no sentido de se conhecer a viabilidade técnico-econômica da utilização do sorgo na alimentação de outros animais, bem como na alimentação humana. Caberá então aos serviços de extensão rural estabelecer e implementar programas educativos visando a utilização mais racional do produto como base energética

tica nas dietas animal e humana.

Por ser o sorgo um produto relativamente novo no Nordeste, os produtores estão sujeitos ao risco da falta de mercado na época da venda. Para superar esta dificuldade, sugere-se a adoção de uma política de contratos antecipados entre os consumidores (fabricantes de ração, criadores etc.) e os produtores, com a supervisão dos órgãos do governo, se necessário. Esta medida poderia reduzir os riscos e incertezas, garantindo uma regularização e expansão na oferta do produto.

Finalmente, como o sorgo é pouco exigente com relação às condições de umidade, a expansão de seu cultivo nas regiões mais secas implicaria na liberação das terras mais úmidas, e portanto em melhores condições para o cultivo do milho, possibilitando assim incrementos na produção e na produtividade também desse produto.

SUMÁRIO

Atualmente, o milho é o ingrediente básico das rações de frangos de corte no Nordeste. Em geral, é comprado na própria região e misturado aos concentrados proteicos adquiridos no sul do País.

Este fato, além de encarecer bastante as misturas alimentares, pela importação do concentrado, cria para os fabricantes uma dependência acentuada com relação à oferta desse cereal.

Devido à falta ou à má distribuição das chuvas, a Região Nordeste não se presta bem à cultura do milho. Por causa disto, tem-se tentado introduzir o sorgo, visando utilizá-lo na alimentação animal como fonte energética.

Este trabalho analisa as condições econômicas de substituição do milho pelo sorgo numa ração de custo mínimo para frangos de corte; determina as taxas de substituição entre os dois cereais, a diversos níveis de preços relativos; estabelece estimativas para a demanda potencial de sorgo em 1980 e aponta as principais implicações do uso deste cereal, como substituto do milho.

As principais conclusões foram:

- o sorgo substitui economicamente o milho, sob todas as relações de preços estudadas;
- à relação de preços vigente no mercado (preço de sorgo igual a dois terços do preço do milho), o sorgo entra na ração de custo mínimo para frangos de corte, em uma proporção de mais de 54% do peso total da ração;
- mesmo a uma relação de preços igual a 1, verifica-se uma substituição de milho por sorgo, da ordem de 60%, demonstrando a superioridade do sorgo como alimento de aves;
- a demanda para o sorgo granífero em 1980 estará por volta das 514 mil toneladas, para uma relação de preços de 67%. Se a relação for de 100%, a demanda de sorgo será de aproximadamente 400 mil toneladas.

LITERATURA CITADA

1. BNB-ETENE - Mercado Potencial para o Sorgo no Nordeste - Fortaleza-Ce., 1974.
2. CAMPOS, Joaquim - Tabelas para o Cálculo de Rações. 4ª edição, Viçosa, 1972.
3. EWING, Ray W. - Poultry Nutrition. 5ª edição, Pasadena (California), 1963.
4. FARIS, Mohamed A. et alii - Programa com a Cultura do Sorgo no Nordeste do Brasil. Instituto de Pesquisas Agronomicas, Recife, 1974.
5. MESQUITA, Teobaldo Campos - "Rações de Custo Mínimo para Frangos de Corte e Procura Potencial para Novos Ingredientes". Fortaleza-Ce., 1975 - (Tese de MS).
6. NOBRE, J.M.E. e J.W.A. Kasprzykowski, - "Mercado Potencial para Sorgo do Nordeste", Revista Econômica do Nordeste, 6 (1): 77-97. Jan./Mar. 1975.
7. RAYUDU, G.V.N. et alii - Toxicity of Tanic Acid and its Metabolites for Chickens. Poultry Science, 4 (49): 957-960. Julho de 1970.

PROCURA POTENCIAL PARA O SORGO GRANÍFERO NO NORDESTE BRASILEIRO

A N E X O S

A N E X O 1

Ração "Engorda" sem sorgo:

Farinha de soja:	1,36
Farinha de carne:	0,51
Farinha de peixe:	0,30
Torta de algodão:	0,50
Milho:	0,97
Farelo de trigo:	0,06
Farelo de gergelim:	0,08
Metionina sintética:	0,009
Lisina sintética:	0,005

