

SORGO GRANÍFERO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) DE ALTA LISINA NO BRASIL

Robert E. Schaffert*
José Lydio Meira**

Resumo

Pequenas quantidades de sementes de duas linhagens de sorgo, com um gene recessivo simples para lisina, descoberto recentemente na Coleção Mundial de Sorgos da Universidade de Purdue, West Lafayette, Indiana, U.S.A., foram plantadas para multiplicação de sementes pela EMBRAPA e pela EPAMIG em Sete Lagoas, Minas Gerais. As linhagens mostraram-se não adaptadas, com porte alto, maturidade tardia e susceptibilidade a doenças. Sementes genéticas de duas linhagens de alta lisina e algumas seleções de porte baixo e precoce poderão ser requisitadas.

As propriedades químicas e biológicas do sorgo com o mutante para alta lisina foram previamente revisadas.

INTRODUÇÃO

O cultivo do sorgo granífero no Brasil teve seu início em época recente, sendo as pesquisas neste sentido intensificadas após 1971. Desta data em diante a produção do sorgo granífero tem aumentado consideravelmente no Brasil.

A metade da produção de grãos de sorgo em 1972/73 foi conseguida no Estado do Rio Grande do Sul e, o restante, nos Estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e a região Nordeste. A expansão da cultura está ocorrendo também em Santa Catarina, Mato Grosso e Goiás.

A produção é relativamente baixa comparada com a de milho, mas tem aumentado rapidamente nos últimos três anos. Desde que o sorgo é um pouco mais tolerante a falta de água do que o milho, áreas para produção de sorgo na região de cerrado do Sudeste e Centro-Oeste e a região semi-árida do Nordeste são quase exclusivas para o máximo de produção de sorgo. Os dados estatísticos disponíveis não mostram a área cultivada com sorgo, mas estima-se, com certas reservas, que ela atinja a alguns milhares de hectares.

O sorgo granífero, no Brasil, é usado para rações de animais domésticos, principalmente suínos e aves. Provavelmente no futuro também terá esta finalidade, sendo exportado o excedente.

Considera-se que o grão de sorgo possui de 90 a 95% do valor nutritivo do milho nas rações de suínos e aves (Doggett, 1970).

* Eng^o Agr^o, Ph.D., Assessor da EMBRAPA, Equipe de Sorgo, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Oeste (IPEACO), Caixa Postal, 151, Sete Lagoas, Minas Gerais.

** Eng^o Agr^o, EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais).

A eficiência do sorgo nas rações depende das condições climáticas em que é produzido e da variedade. Variedades resistentes a pássaros são algumas vezes menos eficientes, e variedades de endosperma amarelo estão mais próximas do milho. O teor e a qualidade de proteína do milho e do sorgo não são suficientes para satisfazer as necessidades de suínos e aves. A lisina é considerada o aminoácido mais limitante tanto para o sorgo como para o milho.

Mertz, Bates e Nelson (1964) encontraram, em milho, o mutante opaco-2 que foi o responsável pela mudança do conteúdo de aminoácidos do endosperma com marcante acréscimo do teor de lisina. O gene opaco-2 é transmitido geneticamente como recessivo simples e tem sido usado efetivamente como instrumento do melhoramento genético para aumentar o valor nutritivo do milho. O Brasil tem sido o líder na obtenção de variedades e híbridos de alto teor de lisina de milho, e tem aumentado a área de plantio nesses últimos 10 anos.

Munck, Karlsson e Hagberg (1969) relataram que uma linhagem de cevada de alto teor de proteína e alto teor de lisina é chamada de Hiproly. Esta linhagem foi descoberta na Coleção Mundial de Cevada. Nesta variedade um gene recessivo simples foi o responsável por um acréscimo de 20 a 30% na concentração de lisina. Doll (1970), em um programa de estudo de mutação, encontrou dois mutantes em cevada, que também aumentavam o teor de lisina.

Em setembro do último ano (Singh e Axtell, 1973) o programa de sorgo da Universidade de Purdue anunciou a descoberta de duas linhagens "Floury" na Coleção Mundial de Sorgo, originárias da Etiópia, chamadas IS (Indian Sorghum Number) 11167 e IS 11758 que apresentaram alto teor de lisina e proteína. Associado com a característica de alto teor de lisina, na linhagem original e nos F 2 em segregação para alto teor de lisina, observou-se um endosperma completamente enrugado, farináceo. A discussão que se segue é relativa a primeira pesquisa conduzida com sorgo de alto teor de lisina relatada por Singh e Axtell (1973).

PROPRIEDADES QUÍMICAS DO ALTO TEOR DE LISINA

A composição química e as características das sementes de amostras do grão do IS 11167 e IS 11758, em comparação com as médias obtidas de linhagens de sorgo normal, são apresentadas no quadro 1. A concentração de lisina das amostras de ambas as linhagens, expressas em porcentagem foram aproximadamente o dobro daquela observada no sorgo normal. O conteúdo de polifenol (tanino, equivalente de catequina) foi semelhante ao sorgo normal de baixo teor de tanino. A alta porcentagem de óleo e o aumento da porcentagem de germen dos grãos de sorgo de alto teor de lisina podem ser, em parte, consequência do fenótipo endosperma enrugado. Entretanto, o peso de 100 sementes de endosperma enrugado foi aproximadamente equivalente ao do sorgo de endosperma normal. A concentração de amido das amostras de ambas as linhagens de alto teor de lisina estava próxima à do sorgo normal. Não houve mudanças nas quantidades de açúcares redutores e

polissacarídeos solúveis em água nas linhagens de alto teor de lisina, mas houve uma duplicação na concentração de sacarose.

As duas linhagens foram cruzadas com plantas macho-estéril com o teor de lisina normal, da população restauradora de Purdue (PP3R) segregando para o gene ms 3. As sementes do F 1 obtidas das linhagens de alto teor de lisina tem o endosperma vítreo. A análise de quiquadrado da proporção de segregantes do F 2 (quadro 2) indicaram um bom resultado para a proporção, três normal (vítreos): um enrugado ("Floury") e sugere que a característica para alto teor de lisina é transmitida hereditariamente por gene recessivo simples. O gene de alto teor de lisina foi chamado de hl.

Análises do endosperma de grão vítreo e enrugado do F 2 obtido da mesma panícula de planta F 1 (quadro 3) mostraram com-nítida evidência que o alelo para alto teor de lisina foi responsável pelo acréscimo do teor de lisina. Não houve diferenças no teor de lisina do embrião entre os grãos normais e os enrugados.

A composição de aminoácidos do endosperma desengordurado de grãos normais e enrugados ("Floury") do F 2 do cruzamento acima são apresentados no quadro 4. Lisina, arginina, ácido aspártico, glicina e triptofano são consistentemente mais altos na classe do endosperma enrugado ("Floury"). Ácido glutâmico, prolina, alanina e leucina são mais baixos na classe do endosperma enrugado ("Floury"). A mudança no padrão de aminoácidos no tipo de endosperma enrugado ("Floury") foi comparável àquela relatada para o opaco-2.

PROPRIEDADES BIOLÓGICAS DO SORGO COM ALTO TEOR DE LISINA

Os resultados de dietas isonitrogênicas (aproximadamente 10% de proteína) das duas linhagens de alto teor de lisina, três linhagens normais incluindo IS 2319, a melhor linhagem encontrada em Purdue antes da de alto teor de lisina, em termos de valor biológico, e de caseína fornecida por 28 dias a ratos desmamados são apresentados no quadro 5. O ganho de peso dos ratos alimentados com a dieta de grão de alto teor de lisina foi significativamente maior do que com o sorgo normal. A eficiência de utilização da proteína (PER) e eficiência alimentar (FER) foram também superiores para dietas de alta lisina. Os valores biológicos de rações com 94% de grão integral preparados de sorgo de alto teor de lisina, sorgo normal, milho opaco-2 e milho normal num experimento de alimentação com ratos, são apresentados no quadro 6. Sorgo de alto teor de lisina foi equivalente ao milho opaco-2 e, foi significativamente superior ao milho normal, em termos de ganho em peso e eficiência alimentar. O ganho em peso médio semanal e cumulativo é mostrado na figura 1. Os dados da Universidade de Purdue demonstraram que nas duas linhagens de sorgo etíopes, altas em teor de lisina, são substancialmente superiores em valor biológico ao sorgo normal e sem diferenças aparentes do milho opaco-2.

PROPRIEDADES AGRONÔMICAS DO SORGO COM ALTO TEOR DE LISINA

Pequenas quantidades de sementes destas duas linhagens altas em lisina foram plantadas numa parcela para multiplicação de sementes, em Sete Lagoas, Minas Gerais em um projeto conjunto da EMBRAPA/EPAMIG. As duas linhagens não eram adaptadas e requereram em torno de 6 meses para completar seus ciclos. As plantas das duas linhagens alcançaram mais de 3 metros de altura e foram muito sensíveis a doenças da área. Sementes de plantas F₂ de porte baixo e precoce do cruzamento original do PP3R e outras populações de Purdue foram também plantadas para multiplicação de sementes. Estas seleções baixas e precoces não eram adaptadas, e foram severamente atacadas de doenças, principalmente antracnose.

Pequenas quantidades de sementes estão disponíveis para pedidos por carta para o Projeto Sorgo da EMBRAPA e EPAMIG, Caixa Postal, 151, 35700 - Sete Lagoas, Minas Gerais.

A criação de variedades e híbridos de sorgo adaptados para serem disponíveis comercialmente poderia trazer um grande benefício para a produção econômica de suínos e aves no Brasil. Como o suprimento mundial de proteína torna-se, a cada momento, mais limitado e mais caro, os cereais de alto teor de proteína e valor biológico serão essenciais para satisfazer diretamente as necessidades do homem ou indiretamente através do animal. Problemas ligados à obtenção de variedades ou híbridos comerciais vão ocorrer como ocorreram na obtenção do opaco-2 comercialmente aceitável, mas eles podem ser seguramente superados com pesquisas voltadas para o problema.

W. Trevisan

Há possibilidade de utilização comercial de híbridos de alta lisina?

Resposta:

Há, sim.

G.A.Drumond

Qual foi a redução no peso das panículas?

Resposta:

Há muita variação quanto ao peso das panículas. Algumas pesam quase igual às normais.

U. Ribeiral

Ha diferença quanto à germinação?

Resposta:

Em condições boas não há diferença.

M.Abílio

Houve redução no peso dos grãos comparado ao sorgo normal?

Resposta:

Não foi feita tal observação.

QUADRO 1. Composição química e características de sementes de amostras de grão de linhagens de sorgo de alto teor de lisina e de sorgo normal.

Caráter	Linhagens de alto teor de lisina		Sorgo
	IS 11167	IS 11758	Normal
Composição da proteína			
Proteína, %	15,70	17,20	12,70
Lisina, g/100 g proteína	3,33	3,13	2,05
Lisina, % da amostra	0,52	0,54	0,26
Proteína por semente, mg	4,38	4,21	3,53
Lisina por semente, mg	0,15	0,13	0,07
Composição química			
Tanino (eq. de catequina)	0,34	0,37	0,38
Óleo, %	5,81	6,61	3,32
Características das sementes			
Porcentagem de germen	14,60	16,30	10,10
Peso de 100 sementes, g	2,78	2,45	2,75
Composição em carboidratos			
Açúcares redutores, %	0,38	0,32	0,34
Sacarose, %	3,08	2,61	1,03
Total de açúcares, %	3,46	2,93	1,34
WSP, %	0,91	1,01	1,11
Amido, %	58,90	57,80	60,80
Amilose, % de amido	25,00	26,20	25,00
Total de carboidratos, %	63,27	61,74	63,25

QUADRO 2. Segregação observada no F_2 de cruzamento entre linhagens normal (PP3R ms₃) e de alto teor² de lisina.

Progenitores		Número de grãos F_2			χ^2 *	Prob.
Fêmea	Macho	Normal	Enrugado	Total		
PP3R ms ₃	x IS 11167	3,593	1,167	4,760	0,592	0,25-0,50
PP3R ms ₃	x IS 11758	2,376	815	3,191	0,497	0,25-0,50

* Proporção de 3:1.

QUADRO 3. Concentração de proteína e lisina no endosperma desengordurado de grãos F_2 normal e de grãos F_2 enrugado dos cruzamentos entre plantas normais e linhagens de alto teor de lisina.

Cruzamentos	Nº da Panícula	Tipo de sementes F_2	Proteína	Lisina	Lisina
			%	g/100 g proteína	% da amostra
PP3R ms ₃ x IS 11167	1	Normal	9,8	1,68	0,165
	1	Enrugado	10,1	2,83	0,286
	2	Normal	10,6	1,37	0,145
	2	Enrugado	11,2	2,24	0,251
	Média	Normal	10,2	1,52	0,155
		Enrugado	10,6	2,53	0,268
PP3Rms ₃ x IS11758	1	Normal	12,2	1,10	0,134
	1	Enrugado	14,8	2,29	0,389
	2	Normal	10,4	1,36	0,141
	2	Enrugado	11,9	2,78	0,331
	Média	Normal	11,3	1,23	0,137
		Enrugado	13,3	2,54	0,360

QUADRO 4. Composição de aminoácidos no endosperma desengordurado de grãos normais e enrugados no F₂ do cruzamento de PP3R ms₃ e linhagens de alto teor de lisina.

Aminoácidos	PP3R ms ₃ x IS 11167		PP3R ms ₃ x IS 11758	
	Normal	Enrugado	Normal	Enrugado
Lisina	1,20	2,18	1,30	2,59
Histidina	1,99	1,91	1,94	2,04
Arginina	2,55	3,66	2,77	4,44
Ácido aspártico	5,56	7,49	6,14	7,24
Treonina	2,56	3,01	2,75	3,11
Serina	3,74	4,09	3,84	3,99
Ácido glutâmico	26,68	23,98	27,99	20,82
Prolina	7,72	6,91	8,35	6,39
Glicina	2,17	2,97	2,37	3,40
Alanina	10,15	9,65	10,50	8,68
Cistina	2,07	1,52	1,83	1,76
Valina	4,35	4,98	4,71	4,78
Metionina	1,60	1,52	2,11	1,93
Isoleucina	3,90	4,16	4,05	3,99
Leucina	15,72	14,33	15,93	12,62
Tirosina	4,28	4,32	4,54	4,24
Fenilalanina	5,45	5,45	5,52	5,24
Triptofano	0,92	1,21	0,93	1,74
Proteína, %	9,75	10,75	9,69	12,06
Leucina/Isoleucina	4,03	3,44	3,93	3,16

QUADRO 5. Valores biológicos de dietas isonitrogênicas (aproximadamente 10% de proteína) preparado de sorgo normal e sorgo de alto teor de lisina fornecidas por 28 dias a ratos desmamados.

Fonte	Composição de grãos		Composição de dieta			Ganho de Peso	FER *	PER **
	Proteí-	Lisina	Proteí-	Lisina				
	na	g/100 g	na	g/100 g	% de			
	%	proteína	%	proteína	Amostra			
Linhagem de alto teor de lisina								
IS 11167	16,6	3,36	10,1	2,81	0,284	34,5	5,6	1,78
IS 11758	18,0	3,38	10,0	3,15	0,315	48,8	4,9	2,06
Sorgo normal								
IS 2319	12,7	2,30	10,9	2,25	0,245	25,3	7,5	1,24
IS 2520	13,3	1,85	11,2	1,76	0,197	10,3	13,3	0,61
IS 1269	14,8	2,10	10,7	2,01	0,215	14,0	13,3	0,74
Média normal	13,6	2,08	10,9	2,01	0,219	16,5	11,3	0,86
Caseína	91,0	8,00	13,3	7,36	0,979	85,8	3,5	2,20
LSD (0,05)						13,4		

* Eficiência alimentar - FER

**Eficiência de utilização da proteína - PER.

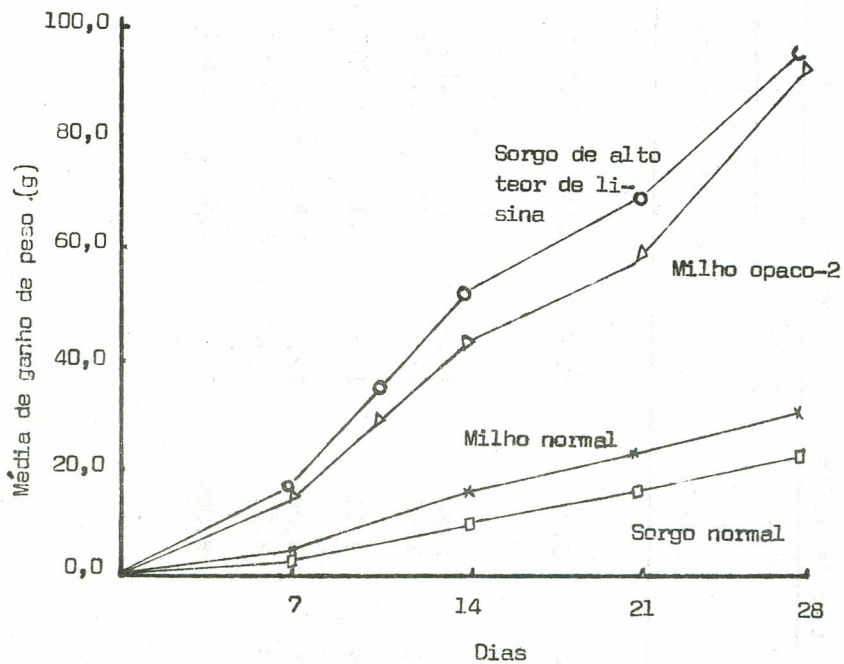
QUADRO 6. Valores biológicos de dietas de 94% de grãos, preparados com sorgo de alto teor de lisina, sorgo normal, milho opaco-2 e milho normal, fornecidas por 28 dias a seis ratos desmamados.

Fonte	Composição de grãos		Composição de dieta			Ganho de peso	FER*
	Proteína	Lisina	Proteí- na %	Lisina			
	%	g/100g proteína		g/100g proteína	% de Amostra		
Linhagem de alto teor de lisina							
IS 11758	18,4	3,38	18,4	3,17	0,583	94,2	3,0
Sorgo normal							
IS 2319	12,7	2,30	12,6	2,23	0,281	28,5	6,8
IS 1484	14,0	1,93	12,6	2,01	0,253	19,2	8,5
Média de Sorgo normal	13,3	2,11	12,6	2,12	0,267	23,9	7,6
Milho Opaco-2	12,5	4,00	12,1	3,89	0,471	91,5	3,4
Milho Normal	9,4	2,73	8,6	2,90	0,249	30,2	7,4
Caseína	91,0	8,00	17,2	6,42	1,104	181,2	2,0
LSD (0,05)						14,7	

* Eficiência alimentar - FER.

FIGURA 1. Média de ganho de peso de 7 em 7 dias de seis ratos desmamados.

As dietas fornecidas compunham-se de 94% grão, 2% vitaminas e 4% minerais.



REFERÊNCIAS - BIBLIOGRÁFICAS

- Doggett, H. 1970. Sorghum, Longmans Green and Co. Ltd. London p. 403
- Doll, H. 1970. Variations in proteins quantity and quality induced in barley by EMS treatments. Manuscript, Danish AEC Research, Riso, DK-4000, Roskilde, Denmark.
- Mertz, E.T., L.S. Bates & O.E. Nelson. 1964. Mutant gens that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. Science 145:279-280.
- Munck, L., K.E. Karlson & A. Gegberg. 1969. Comparing the strategy of breeding for protein quantity and quality in barley and broad bean. Int. Barley Genet. Symp. Proc. 1971. Washington State University Press, Pullman, Washington.
- Singh, R. & J. D. Axtell. 1973. High lysine mutant gene (h1) that improves protein quality and biological value of grain sorghum. Crop Science 13:535-539.