

EFEITO DA DENSIDADE DAS SEMENTES SOBRE O TEOR DE PROTEÍNA E
LISINA DO ENDOSPERMA E DO GERME, EM MILHO¹

Edgar Cunha Filho²
John Clark Anderson³

Jairo Silva⁴

Tácito Silva⁵

José de Almeida Filho⁶

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*), embora não possua proteína em maior quantidade ou de melhor qualidade que os outros cereais, nem teor significante de sais minerais e vitaminas (exceto o milho amarelo, que contém vitamina A em proporções moderadas), é muito utilizado na alimentação humana e de animais, visto ser um alimento de alto valor energético. Entre os cereais, é o que fornece maior quantidade de energia livre.

A principal proteína encontrada no milho normal é a zeína, que possui pequena proporção dos aminoácidos essenciais lisina e triptófano. Por isto, o conjunto de proteínas do milho normal apresenta baixo valor biológico, e as rações preparadas à base dele devem ser suplementadas com outra fonte protéica.

As proteínas do milho opaco-2 são de melhor valor biológico do que as do milho normal, porque o seu endosperma possui maior teor de lisina e triptófano. Entretanto, o milho opaco-2 apresenta algumas desvantagens em relação ao normal, tais como menor produtividade, menor densidade das sementes, menor resistência a danos causados por processos mecânicos de colheita e beneficiamento, e menor aceitação comercial por causa da aparência.

Tem-se observado, em populações de milho opaco-2 autofecun-

1 Baseado em parte da tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa, como uma das exigências para obtenção do grau de "Magister Scientiae" em Fitotecnia. Aceito para publicação em 18.06.1973.

2 Seção de Fitotecnia do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Centro-Oeste (IPEACO), Sete Lagoas, MG, bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas.

3 Geneticist, Purdue-Brasil Project.

4 Seção de Fitotecnia do IPEACO, Diretor do Projeto Nacional de Milho e Sorgo.

5 Seção de Estatística do IPEACO.

6 Professor Adjunto do Departamento de Biofísica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Viçosa.

dado ou polinizado com pólen da própria população, a ocorrência de manchas translúcidas no endosperma, manchas estas que variam em tamanho, desde muito pequenas (cerca de 1 mm de diâmetro) até muito grandes (até 70% do endosperma, aproximadamente). Nas partes translúcidas, o endosperma assemelha-se ao endosperma normal. Se as partes translúcidas apresentarem pelo menos o mesmo teor de lisina e triptófano do que as partes opacas, a correção das desvantagens do milho opaco-2 atual poderá ser tentada através de seleção para grãos com a maior parte, ou, se possível, com a totalidade do endosperma translúcida.

Este trabalho teve o objetivo de estudar, em geração S₂ de milho opaco-2, no qual ocorreram manchas translúcidas no endosperma, o efeito da densidade das sementes sobre os teores de proteína e lisina do endosperma e do germe.

2. REVISÃO DE LITERATURA

OSBORNE *et alii*, citados por CONCON (5), e MERTZ e colaboradores (3, 15, 19) reconheceram quatro classes de proteína no milho: albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas. A principal proteína encontrada no milho normal é a zeína (3), que é uma prolamina. A zeína é de baixo valor biológico porque possui pequeno teor de lisina e triptófano (4, 11, 14, 16, 17, 20, 22). Em virtude da composição de aminoácidos, as glutelinas possuem melhor valor biológico que a zeína (16).

MERTZ *et alii* (18) demonstraram que endospermas de milho homozigotos para o gene opaco-2 continham mais 69% de lisina do que os normais. Posteriormente, ELMORE e ALEXANDER (9) e PAEZ (23) encontraram maior teor de lisina em sementes opaco-2 do que em sementes normais.

O aumento do teor de lisina no endosperma opaco-2 foi atribuído aos seguintes fatores:

- aumento da fração glutelina e diminuição da fração zeína (7, 13, 18, 30);
- aumento do teor de lisina nas albuminas, globulinas, e na zeína (18).

PAEZ *et alii* (26), determinando o teor de lisina em sementes integrais de diversas linhagens e cultivares de milho de endosperma normal, encontraram valores que variaram de 0,16% a 0,45%, e verificaram que os maiores valores obtidos eram comparáveis aos valores apresentados por sementes integrais do mutante opaco-2.

POEY e VILLEGAS (27) verificaram que, em espigas segregantes, as sementes opaco-2 apresentaram menor teor de proteína no endosperma que as normais. Igual resultado foi obtido por NACIF (21) em sementes desgerminadas. Entretanto, SREERAMULU e BAUMAN (29) encontraram resultado contrário, isto é, maior teor de proteína no endosperma opaco-2 do que no normal, mas a quantidade de proteína produzida pelo milho opaco-2 por unidade de área foi menor, por causa de sua menor produtividade de grãos.

Resultados obtidos por MERTZ *et alii*, citados por CONCON (5), indicaram que a composição de aminoácidos de germes desengordurados foi praticamente a mesma para milho opaco-2 e normal. NACIF (21) verificou que, nas mesmas espigas segregantes, o gene opaco-2 aumentou o teor de proteína do germe.

SARAIVA (28) não encontrou diferença entre germes de sementes opaco-2 e normais quanto à relação gramas de lisina por cem gramas de proteína (gL/100gP). FEITS e LAMBERT (10) verificaram que, em sucessivas gerações de retrocruzamento para introdução do gene opaco-2 em seis linhagens, a relação gL/100gP permaneceu praticamente a mesma em cinco linhagens, e maior em uma.

BARBOSA (2), NACIF (21) e WICHSER (32) verificaram que, em sementes opaco-2, o germe constituiu maior proporção do grão que em sementes normais, e, segundo TELLO *et alii* (31), as proteínas do germe possuem maior teor de lisina que as do endosperma.

PAEZ *et alii* (24) verificaram que três linhagens S₁ opacas produziram, na geração S₂, sementes com endosperma inteiramente opaca e sementes com metade do endosperma opaca, e a outra metade translúcida. As sementes do segundo tipo citado eram homozigotas recessivas para o gene opaco-2, e o conteúdo de lisina da fração translúcida não foi diferente da da fração opaca.

Em comparações feitas entre milho opaco-2 e normal, o milho opaco-2 apresentou menor produtividade de grãos (9, 15, 29), menor peso para um determinado número de grãos (1, 10, 23, 25, 29) e sementes de menor densidade (21, 23, 25). Houve um caso, entretanto, em que o peso de 100 grãos foi maior no opaco-2 do que no normal (9).

SREERAMULU e BAUMAN (29) não encontraram diferença entre o milho opaco-2 e o normal quanto ao número de grãos por espiga, mas, segundo ALEXANDER (1), o milho opaco-2 parece produzir grãos menores do que o normal. De acordo com este autor, os resultados sugeriram a existência de genes modificadores que afetam o tamanho do grão nos homozigotos opaco-2, e uma seleção apropriada em populações segregantes poderá ser eficiente para melhoria deste atributo.

DUDLEY *et alii* (8), estudando correlações entre caracteres em quatro sintéticos opaco-2, obtiveram os seguintes resultados:

a) teor de proteína x densidade: correlação positiva não significativa em dois sintéticos; negativa significativa em um e não significativa em outro;

b) teor de lisina x densidade: correlação negativa significativa em dois sintéticos, e não significativa nos outros dois;

c) teor de proteína x produtividade: correlação negativa significativa nos quatro sintéticos;

d) teor de lisina x produtividade: correlação negativa não significativa nos quatro sintéticos.

COOPER e DUDLEY (6), em 192 famílias de meio-irmãos de um sintético opaco-2, encontraram correlação negativa altamente significativa entre teor de lisina e produtividade de grãos, mas sugeriram a possibilidade de se fazer seleção simultânea para estes dois caracteres, uma vez que o coeficiente de correlação foi de pequeno valor.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado é proveniente de cruzamento feito no Instituto Agronômico de Campinas, no Estado de São Paulo, en-

tre o cultivar Maya-50, de polinização aberta, e um cultivar de milho pipoca, homozigoto para o gene opaco-2. As plantas resultantes do plantio das sementes obtidas neste cruzamento foram autofecundadas. As sementes opacas produzidas foram selecionadas e multiplicadas naquele Instituto, em campo isolado, com livre polinização. Sementes desta população foram cedidas à Universidade Federal de Viçosa, onde foram multiplicadas, desta vez autofecundando-se as plantas. Na geração S₁ obtida, foram selecionadas as espigas de acordo com o peso e o teor de proteína e lisina de uma amostra de seus grãos. As espigas selecionadas nas fileiras 60, 61, 62, 64 (três espigas de cada fileira) e 68 (quatro espigas) do plantio realizado em 1969 constituíram o material inicial deste trabalho, designadas como seleção 60, 61, 62, 64 e 68.

Nas cinco seleções, constatou-se a existência de sementes opacas e sementes com manchas translúcidas no endosperma. Nas partes manchadas, o endosperma assemelhava-se ao de sementes normais.

Este material foi submetido a dois critérios de classificação: de acordo com a textura do endosperma e de acordo com a densidade das sementes.

De acordo com a textura do endosperma, as sementes de cada seleção foram divididas em três categorias: opacas (OP), pouco translúcidas (PT) e muito translúcidas (MT).

Como opacas foram classificadas as sementes que não apresentaram manchas translúcidas (0% de manchas); como pouco translúcidas as que apresentaram até 10% de manchas, aproximadamente; e como muito translúcidas as que apresentaram mais de 10% de manchas. Esta classificação se fez por processo visual, examinando-se as sementes com o auxílio de um diafanoscópio.

Em cada seleção, as sementes OP, PT e MT foram classificadas de acordo com a sua densidade, usando-se cinco soluções aquosas com as seguintes densidades: 1,150, 1,175, 1,200, 1,225 e 1,250. As diferentes densidades foram obtidas pela adição de açúcar refinado à água, e durante o trabalho a densidade das soluções foi conferida periodicamente com um densímetro.

Foram utilizados os seguintes intervalos de classe:

Menor que 1,150
1,150 ← 1,175
1,175 ← 1,200
1,200 ← 1,225
1,225 ← 1,250
1,250 e maior

Estes intervalos foram estabelecidos após estudo da amplitude de variação da densidade do material utilizado.

As sementes foram colocadas nas soluções, começando-se pela de densidade 1,250. Com uma espumadeira, as sementes que flutuaram nesta solução foram passadas para a de densidade 1,225. As que flutuaram nesta solução foram passadas para a de densidade 1,200, e assim por diante, até a solução de menor densidade. Cada semente foi incluída no intervalo de classe, cujo limite inferior era a densidade da solução mais densa, na qual ela conseguiu afundar ou ficar em suspensão, com exceção das sementes da primeira classe, que não afundaram ou ficaram suspensas em nenhuma das soluções (flutuaram na solução de densidade 1,150).

Ao se colocar as sementes nas soluções formavam-se bolhas de ar, que ficavam aderidas a elas. Estas bolhas tiveram que ser eliminadas para que não induzissem a erros na determinação da densidade.

Após os dois critérios de classificação, cada seleção poderia ter suas sementes distribuídas dentro das dezoito classes seguintes:

Menor que 1,150	-	OP
Menor que 1,150	-	PT
Menor que 1,150	-	MT
1,150	—	1,175 - OP
1,150	—	1,175 - PT
1,150	—	1,175 - MT
1,175	—	1,200 - OP
1,175	—	1,200 - PT
1,175	—	1,200 - MT
1,200	—	1,225 - OP
1,200	—	1,225 - PT
1,200	—	1,225 - MT
1,225	—	1,250 - OP
1,225	—	1,250 - PT
1,225	—	1,250 - MT
1,250 e maior	-	OP
1,250 e maior	-	PT
1,250 e maior	-	MT

As classes de sementes de cada seleção foram plantadas em Viçosa, em dezembro de 1970, sem repetição, em fileiras espaçadas de 1,00 m. Nas fileiras, foram semeadas duas sementes de 40 em 40 cm. O número de sementes variou de classe para classe, conforme a disponibilidade, sendo que a classe com maior número teve 25 sementes plantadas. Na ocasião do plantio, foi feita uma adubação à base de 200 kg/ha de sulfato de amônia, 300 kg/ha de superfosfato simples e 60 kg/ha de cloreto de potássio, sendo os adubos colocados no sulco. Cerca de 45 dias após o plantio, foi feita uma adubação em cobertura com sulfato de amônia, à base de 250 kg/ha. Cada planta teve uma espiga autofecundada e colhida separadamente. A colheita foi feita em junho de 1971.

As sementes colhidas de cada planta (geração S₂) foram classificadas de acordo com a textura e a densidade, da maneira descrita anteriormente. A fim de evitar-se ou diminuir-se a eliminação trabalhosa de bolhas de ar durante a classificação quanto à densidade, as sementes, desta feita, antes de passarem pelas soluções, foram colocadas, durante cerca de um minuto, em detergente ODD, e, em seguida, lavadas n'água corrente, a fim de se retirar o detergente a elas aderido.

As plantas, individualmente, não apresentaram, em todas as classes, número de sementes suficiente para as análises de proteína e lisina. De modo geral, houve mais classes com número insuficiente do que com número suficiente, fazendo com que a comparação entre classes de semente de uma mesma planta não fosse possível. Foram então misturadas as sementes que apresentaram, em comum, as três características seguintes:

- a) endosperma de mesma textura;
- b) mesmo intervalo de classe com relação à densidade;
- c) progenitores com endosperma de mesma textura.

A mistura foi feita de modo a se obter três grupos de se-

mentes (repetições), cada um com trinta sementes, aproximadamente. Quando o número de plantas fornecedoras de sementes para uma determinada mistura era igual ao número de sementes que deveria ter a repetição, as três repetições foram formadas com uma semente de cada planta. Quando o número de plantas era menor que o número de sementes que deveria ter a repetição, as plantas que possuíam maior quantidade de sementes forneciam maior número. Nos dois casos, as três repetições foram formadas com o mesmo número de sementes de cada planta.

As sementes de cada repetição, após permanecerem n'água destilada durante duas horas, tiveram o pericarpo retirado, e foram desgerminadas, isto é, tiveram o germe e o endosperma separados. Durante o processo de desgerminação, verificou-se que algumas sementes apresentavam modificações no endosperma ou no germe, ou em ambos, que pareciam um princípio de deterioração. As partes que apresentaram estas modificações foram desprezadas.

Para cada repetição, foram feitas análises de proteína e lisina dos endospermas e dos germes. As análises foram feitas no Departamento de Biofísica da Universidade Federal de Viçosa. Para proteína, usou-se o método semi-micro Kjeldahl modificado (12). Para lisina, usou-se o método colorimétrico da dinitro piridina desenvolvido por Tsai e Hansel, modificado(*) .

O quadro 1 mostra o número de sementes destinadas à análise de proteína e lisina em cada repetição das 39 progênieis obtidas.

Os resultados das análises, expressos em porcentagem, foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%}$ para serem analisados estatisticamente. Em todas as análises estatísticas, consideraram-se os tratamentos distribuídos em um experimento inteiramente casualizado. Foi estudado o efeito da densidade das sementes sobre os coeficientes de correlação entre as componentes teor de proteína no endosperma, teor de lisina no endosperma, teor de proteína no germe e teor de lisina no germe, utilizando-se as médias das três repetições de cada progênio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por causa da variabilidade genética presumida do material utilizado (geração S₂) e da mistura de sementes realizada, calculou-se o coeficiente de variação das repetições de cada progênio. Estes coeficientes foram baixos (em média, 3,71% para proteína no endosperma, 5,75% para lisina no endosperma, 2,51% para proteína no germe e 3,91% para lisina no germe), indicando boa precisão no processo de amostragem.

A análise de variancia (quadro 2) indicou a existência de pelo menos um contraste significativo entre progênieis de diferentes densidades quanto ao teor de proteína, tanto no endosperma quanto no germe; e a inexistência de contraste significativo quanto ao teor de lisina. O teste de Duncan (quadro 3) indicou as progênieis que se diferenciaram significativamente quanto ao teor de proteína no endosperma e no germe.

(*) Modificação proposta por José de Almeida Filho e Renato Sant'Anna, Universidade Federal de Viçosa (não publicado).

QUADRO 1 - Número de sementes destinadas à análise de proteína e lisina

		Progenitores									
Progêneries		OP			PT			MT			
Progêneries	Tex-tura	R1*	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Menor que 1,150	OP	47	47	46	34	34	34	35	35	35	
	PT	42	42	42	35	35	35	43	43	43	
	MT	35	35	35	35	35	35	37	37	37	
1,150 ━ 1,175	OP	32	32	32	35	35	35	40	40	40	
	PT	32	32	32	38	38	38	34	34	34	
	MT	30	30	30	34	34	34	40	40	40	
1,175 ━ 1,200	OP	31	31	31	-	-	-	27	27	27	
	PT	32	32	32	36	36	36	34	34	34	
	MT	32	32	32	34	34	34	41	41	41	
1,200 ━ 1,225	OP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	PT	31	31	31	31	31	31	35	35	35	
	MT	34	34	34	34	34	34	38	38	38	
1,225 ━ 1,250	OP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	PT	-	-	-	-	-	-	21	21	21	
	MT	33	33	33	38	38	38	34	34	34	
1,250 e maior	OP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	PT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MT	30	30	30	34	34	34	42	42	42	

* R1, R2 e R3 - Repetição 1, repetição 2 e repetição 3, respectivamente.

Quanto ao teor de proteína no endosperma, as progêneries de densidade 1,250 e maior foram significativamente superiores às demais (quadro 3).

Quanto ao teor de lisina no endosperma, houve tendência de aumento à medida que diminuiu a densidade das progêneries (quadro 3). Mas esses aumentos foram muito pequenos, tanto assim que não houve diferença significativa entre as progêneries.

Quanto ao teor de proteína no germe, as progêneries de densidade menor que 1,150 foram significativamente superiores às demais, tendo havido outras diferenças significativas (quadro 3). Houve tendência de aumento à medida que diminuiu a densidade das progêneries, à semelhança do caráter teor de lisina no endosperma.

Quanto ao teor de lisina no germe não houve diferença sig-

QUADRO 2 - Análises de variância dos teores de proteína e lisina no endosperma e no germe de progêneres de diferentes densidades¹

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Proteína no endosperma				
Tratamentos	5	3,0365	0,6071	2,65*
Erro	33	7,5502	0,2287	
Total	38	10,5858		
Lisina no endosperma				
Tratamentos	5	0,2810	0,0562	2,45ns
Erro	33	0,7570	0,0229	
Total	38	1,0380		
Proteína no germe				
Tratamentos	5	10,9867	2,1973	8,68**
Erro	33	8,3505	0,2530	
Total	38	19,3372		
Lisina no germe				
Tratamentos	5	0,5087	0,1017	1,79ns
Erro	33	1,8738	0,0567	
Total	38	2,3825		

* Significativo ao nível de 5%.

** Significativo ao nível de 1%.

ns Não significativo

1 C.V. para proteína no endosperma = 2,60%;
 para lisina no endosperma = 5,58%;
 para proteína no germe = 1,67%; e
 para lisina no germe = 2,90%.

nificativa entre as progêneres (quadro 2), nem se observou qualquer tendência.

Pelo quadro 4, verifica-se que o coeficiente de correlação entre o teor de proteína e teor de lisina no endosperma não foi significativo em progêneres de densidade até 1.200. Daí em diante passou a ser significativo (negativo), aumentando em valor absoluto à medida que aumentou a densidade. Nos demais casos, não houve coeficiente de correlação negativo significativo. As correlações de coeficiente positivo e significativo constituem vantagem para trabalhos de melhoramento, pois a seleção para aumento simultâneo dos teores dos caracteres assim correlacionados poderá ser baseada em apenas um deles. As correlações não significativas indicaram variação independente dos caracteres. Os dados sugerem a possibilidade de selecionar progêneres com maior teor de dois caracteres quaisquer, dentre os estudados, independentemente da densidade das progêneres, com exceção de proteína e lisina em progêneres de densidade 1,200 e maior.

QUADRO 3 - Teores de proteína e lisina no endosperma e no germe de acordo com a densidade das progêñies

Densidades das progêñies	% da amostra	Arco-seno √ %
Proteína no endosperma		
1,250	10,84	19,23 a
Menor que 1,150	10,03	18,47 b
1,225 ┌ 1,250	9,92	18,36 b
1,200 ┌ 1,225	9,81	18,25 b
1,150 ┌ 1,175	9,80	18,24 b
1,175 ┌ 1,200	9,67	18,12 b
Lisina no endosperma		
Menor que 1,150	0,240	2,81 a
1,175 ┌ 1,200	0,228	2,74 a
1,150 ┌ 1,175	0,225	2,72 a
1,200 ┌ 1,225	0,216	2,67 a
1,225 ┌ 1,250	0,211	2,64 a
1,250 e maior	0,188	2,49 a
Proteína no germe		
Menor que 1,150	26,14	30,75 a
1,150 ┌ 1,175	25,36	30,24 b
1,175 ┌ 1,200	24,90	29,93 bc
1,200 ┌ 1,225	24,85	29,90 bc
1,225 ┌ 1,250	23,95	29,30 cd
1,250 e maior	23,40	28,93 d
Lisina no germe		
1,175 ┌ 1,200	2,130	8,39 a
Menor que 1,150	2,070	8,27 a
1,200 ┌ 1,225	2,040	8,21 a
1,150 ┌ 1,175	2,010	8,15 a
1,225 ┌ 1,250	1,986	8,09 a
1,250 e maior	1,943	8,01 a

* Para cada caráter, as médias assinaladas com a mesma letra não se diferenciaram significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 4 - Coeficientes de correlação entre proteína e lisina no germe de progêneres de diferentes densidades

	Lisina no endosperma	Proteína no germe	Lisina no germe
Densidade menor que 1,150			
	GL = 7		
Prot. no endosperma	- 0,23	- 0,02	- 0,25
Lis. no endosperma		+ 0,64	+ 0,70*
Prot. no germe			+ 0,76**
Densidade 1,150			
	GL = 7	1,175	
Prot. no endosperma	+ 0,49	+ 0,32	+ 0,18
Lis. no endosperma		+ 0,63*	+ 0,54
Prot. no germe			+ 0,91**
Densidade 1,175			
	GL = 6	1,200	
Prot. no endosperma	- 0,20	- 0,04	+ 0,15
Lis. no endosperma		+ 0,67	- 0,18
Prot. no germe			- 0,28
Densidade 1,200			
	GL = 4	1,225	
Prot. no endosperma	- 0,80*	+ 0,33	- 0,11
Lis. no endosperma		- 0,38	- 0,08
Prot. no germe			- 0,27
Densidade 1,225			
	GL = 2	1,250	
Prot. no endosperma	- 0,93	- 0,67	- 0,47
Lis. no endosperma		+ 0,76	- 0,06
Prot. no germe			- 0,19
Densidade 1,250 e maior			
	GL = 1		
Prot. no endosperma	- 0,98**	- 0,46	+ 0,83
Lis. no endosperma		+ 0,65	- 0,71
Prot. no germe			+ 0,07

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve a finalidade de estudar, em geração S₂ de milho opaco-2, na qual ocorrem manchas translúcidas no endosperma, o efeito da densidade das sementes sobre o teor de proteínas e lisina do endosperma e do germe. As sementes da geração S₁ foram classificadas, de acordo com a textura do endosperma, em opacas, pouco translúcidas e muito translúcidas.

As sementes da geração S₂, além desta classificação de acordo com a textura do endosperma, foram também classificadas de acordo com a textura do endosperma, foram também classificadas de acordo com a densidade, tendo sido usados os seguintes intervalos de classe: menor que 1,150, 1,150 — 1,175, 1,175 — 1,200, 1,200 — 1,225, 1,225 — 1,250 e 1,250 e maior. Foram obtidas 39 progêñies, caracterizadas pela combinação de diferentes níveis destes três caracteres. As progêñies de densidade 1,250 e maior foram significativamente superiores às progêñies de demais densidades quanto ao teor de proteína no endosperma; e as de densidade menor que 1,150 foram significativamente superiores às demais quanto ao teor de proteína no germe. A densidade das sementes não influiu significativamente sobre o teor de lisina, tanto no endosperma quanto ao germe. O estudo de correlações sugeriu a possibilidade de selecionarem-se progêñies com maior teor de dois caracteres quaisquer, dentre os estudados, independentemente da densidade das sementes, com exceção do par de caracteres formado por teor de proteína e teor de lisina no endosperma de progêñies de densidade 1,200 e maior.

6. SUMMARY

The objective of this experiment was to study the influence of kernel density on protein and lysine content of the endosperm and germ in the S₂ generation of opaque-2 maize whose endosperm presented translucent spots. Kernels of S₁ generation were classified as opaque, little translucent and much translucent according to endosperm texture. Kernels of S₂ generation were classified according to endosperm texture, in the same way as S₁ generation, and according to density, using the following class intervals: less than 1.150; 1.150 - 1.175; 1.175 - 1.200; 1.200 - 1.225; 1.225 - 1.250 and 1.250 and greater. Thirty-nine progenies were obtained with different combinations of these factors. Progenies with 1.250 and greater density presented better endosperm protein content, and progenies with less than 1.150 density presented better germ protein content. Kernel density had no influence on endosperm or germ lysine content. Correlations between the four characters, protein or lysine in the endosperm or germ, suggest the possibility of selecting progenies with greater content of any two of them independent of kernel density, with the exception of protein and lysine in the endosperm of progenies with 1.200 and greater densities.

7. LITERATURA CITADA

1. ALEXANDER, D.E. Problems associated with breeding opaque-2 corns, and some proposed solutions. In: *Proceedings of the High Lysine Corn Conference*. Washington, Corn Refiners Association, Inc., 1966. p. 143-147.
2. BARBOSA, H.M. *Genes and gene combinations associated with protein, lysine, and carbohydrate content in the endosperm of maize (Zea mays L.)*. U.S.A., Purdue University, 1971. 115 p. (Tese de Ph.D.).

3. BRESSANI, R. & MERTS, E.T. Studies on Corn Proteins. IV. Protein and amino acid content of different corn varieties. *Cereal Chemistry*, Minneapolis, 35(3): 227-234. 1958.
4. BRESSANI, R., SCRIMSHAW, N.S., BEHAR, M. & VITERI, F. Supplementation of cereal proteins with amino acids. II Effect of amino acids supplementation of corn-masa at intermediate levels of protein intake on the nitrogen retention of young children. *The Journal of Nutrition*, Philadelphia, 66(4): 501-513. 1958.
5. CONCON, J. M. The proteins of opaque-2 maize. In: *Proceedings of the High Lysine Corn Conference*. Washington, Corn Refiners Association, Inc., 1966. p. 67-73.
6. COOPER, J.C. & DUDLEY, J.W. Variation and covariation of lysine, protein, and yield levels within a synthetic population of opaque-2 maize. *Agronomy Abstracts*, Madison, p. 6, 1968.
7. DALBY, A. Protein synthesis in maize endosperm. In: *Proceedings of the High Lysine Corn Conference*. Washington, Corn Refiners Association, Inc., 1966. p. 80-89.
8. DUDLEY, J.W., LAMBERT, R.J. & ALEXANDER, D.E. Variability and relationships among characters in *Zea mays* L. synthetics with improved protein quality. *Crop Science*, Madison, 11(4): 512-514. 1971.
9. ELMORE, C.D. & ALEXANDER, D.E. Yield and kernel composition of opaque-2 and normal maize hybrids. *Agronomy Abstracts*, Madison, p. 24, 1970.
10. FEIST, W.A. & LAMBERT, R.J. Changes in six different opaque-2 genotypes of *Zea mays* L. during successive generations of backcrossing. *Crop Science*, Madison, 10 (6): 663-665. 1970.
11. HAMILTON, T.S., HAMILTON, B.C. JOHNSON, B.C. & MITCHELL, H.H. The dependence of the physical and chemical composition of the corn on soil fertility and cropping system. *Cereal Chemistry*, Minneapolis, 28(3): 163-176. 1951.
12. HORWITZ, W., ed. *Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*. 9 th ed. Washington 1960. 832 p.
13. JIMENEZ, J.R. Protein fractionation studies of high lysine corn. In: *Proceedings of the High Lysine Corn Conference*. Washington, Corn Refiners Association, Inc., 1966. p. 74-79.
14. KENNETH, J.F. The interrelationships of proteins and amino acids in corn. *Cereal Chemistry*, Minneapolis, 28(2): 123-132. 1951.

15. LAMBERT, R.J., ALEXANDER, D.E. & DUDLEY, J.W. Relative performance of normal and modified protein (opaque-2) maize hybrids. *Crop Science*, Madison, 9(2): 242-243. 1969.
16. LLOID, N.E. & MERTZ, E.T. Studies on corn proteins. III. The glutelins of corn. *Cereal Chemistry*, Minneapolis, 35(2): 156-168. 1958.
17. MACRAE, T.E., EL-SADR, M.M. & SELLERS, K.C. The nutritive value of yeast protein: Comparison of the supplementary values of yeast protein and casein for maize protein in the pig. *The Biochemical Journal*, London, 36(5 & 6): 460-475. 1942.
18. MERTZ, E.T., BATES, L.S. & NELSON, O.E. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*, Washington, 145 (3629): 279-280. 1964.
19. MERTZ, E.T., LLOID, N.E. & BRESSANI, R. Studies on corn proteins. II. Electrophoretic analysis of germ and endosperm extracts. *Cereal Chemistry*, Minneapolis, 35 (2). 146-155. 1958.
20. MILLER, R.C., AURAND, L.W. & FLACH, W.R. Amino acids in high and low protein corn. *Science*, Washington, 112 (2898): 57-58. 1950.
21. NACIF, A.P. *Efeito da introdução dos genes opaco-2 e farináceo-2 sobre características físicas e químicas de milhos tropicais*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1972. 53 p. (Tese de M.S.).
22. NELSON, O.E., MERTZ, E.T. & BATES, L.S. Second mutant gene affecting the amino acid pattern of maize endosperm proteins. *Science*, Washington, 150(3702): 1469-1470. 1965.
23. PAEZ, A.V. Combining ability analysis of kernel components in high lysine corn. *Agronomy Abstracts*, Madison, p. 26, 1970.
24. PAEZ, A.V., HELM, J.L. & ZUBER, M.S. Lysine content of opaque-2 maize kernels having different phenotype. *Crop Science*, Madison, 9(2): 251-252. 1969.
25. PAEZ, A.V., HELM, J.L. & ZUBER, M.S. Comparison of kernel properties from progenies segregating for normal, opaque-2 and floury-2 type endosperms. *Agronomy Abstracts*, Madison, p. 14, 1969.
26. PAEZ, A.V., USSARY, J.P., HELM, J.L. & ZUBER, M.S. Survey of maize strains for lysine content. *Agronomy Journal*, Madison, 61(6): 886-889. 1969.

27. POEY, F.R. & VILLEGAS, E. Effects of o-2 and f1-2 mutants on endosperm protein and tryptophan content of tropical maize. *Agronomy Abstracts*, Madison, p. 61, 1969.
28. SARAIVA, L.S. *Relação entre peso relativo de sementes e diversas características químicas e físicas no milho o-paco-2*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1971. 49 p. (Tese de M.S.).
29. SREERAMULU, C. & BAUMAN, L.F. Yield components and protein quality of opaque-2 and normal diallels of maize. *Crop Science*, Madison, 10(3): 262-265. 1970.
30. STIERS, D.L. & MYERS, Jr. O. Effects of the opaque-2 gene on lysine content and endosperm protein fractions in two Arkansas maize inbreds. In: *Agronomy Abstracts*, Madison, p. 19, 1969.
31. TELLO, F., ALVAREZ-TOSTADO, M.A. & ALVARADO, G. A study on the improvement of the essential amino acid balance of corn protein. *Cereal Chemistry*, Minneapolis, 42(4): 368-384. 1965.
32. WICHSER, W.R. Comparison of the dry milling properties of opaque-2 and normal dent corn. In: *Proceedings of the High Lysine Corn Conference*. Washington, Corn Refiners Association, Inc., 1966. p. 104-116.