

BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 35

Campinas, dezembro de 1976

N.º 36

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NAS RELAÇÕES ENTRE CONSTITUENTES QUÍMICOS DOS GRÃOS, DOS GRÃOS E DAS FOLHAS, E A PRODUÇÃO DE MILHO (1)

J. ROMANO GALLO (2), J. P. F. TEIXEIRA, D. S. SPOLADORE, *Seção de Química Analítica*, T. IGUE (2), *Seção de Técnica Experimental e Cálculo e L. T. DE MIRANDA, Seção de Milho e Cereais Diversos, Instituto Agrônomo*

SINOPSE

Dados do ano agrícola 1972-73 de dois ensaios permanentes de adubação em milho foram utilizados para determinar os efeitos da aplicação anual continuada de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio na produção e composição química dos grãos. A análise química foliar foi utilizada para determinar os efeitos dessas variações nutricionais. Os resultados obtidos mostraram que a adubação e as condições ambientes (localidade) afetaram significativamente a produção e a composição das folhas e dos grãos.

1 — INTRODUÇÃO

As respostas de uma planta à adubação dependem de diversos fatores, além da variação do suprimento de nutrientes, destacando-se a importância do clima e do tipo de solo na disponibilidade dos nutrientes bem como no valor residual dos fertilizantes. Em recente trabalho, Gallo e outros (10) avaliaram os efeitos da variação nutricional nas concentrações e relações dos elementos nas folhas de milho e mostraram que o conhecimento dessas relações é necessário para interpretar as respostas à adubação.

Vários autores relataram os efeitos de fatores genéticos e ambientes na qualidade do grão de milho, principalmente em relação aos componentes

(1) Trabalho apresentado na XXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, realizada em Brasília, no período de 7 a 14 de julho de 1976. Recebido para publicação em 27 de junho de 1976.

(2) Com bolsa de suplementação do C.N.Pq.

proteína e óleo. Entretanto, são escassas as informações quanto aos efeitos da variação nutricional na composição química dos grãos. As poucas referências existentes na literatura dão mais ênfase à influência do nitrogênio. Genter e outros (12) observaram efeitos do nível de fertilidade, localidade, população e híbrido no teor de proteína, enquanto o teor de óleo foi mais afetado pelo híbrido do que pelos outros fatores. Jellum e outros (17) verificaram um aumento de proteína com o aumento da dose de N aplicada, e nenhum efeito no teor de óleo. A aplicação de boro não afetou o teor de proteína, nem o de óleo. Sauberlich e outros (22) e MacGregor e outros (19) mostraram que a adubação nitrogenada aumentou o teor de proteína dos grãos e que esse aumento não necessariamente melhora a qualidade, uma vez que houve grandes diferenças na produção de cada aminoácido na proteína. Gorsline e outros (13) encontraram diferenças na concentração de elementos das folhas e dos grãos entre genótipos e uma interação genótipo-ambiente para os elementos nas folhas. Jellum e Marion (16) obtiveram maior variação nos teores de óleo e ácidos graxos entre híbridos do que por influência de fatores ambientes.

O objetivo do presente estudo foi determinar os efeitos da aplicação anual continuada de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, em ensaios permanentes com milho conduzidos em dois solos, na nutrição mineral e sua relação com os teores e composição da proteína, teores e composição do óleo, teores de amido e minerais das sementes. Além disso, foram examinadas as relações entre produção e vários componentes de qualidade dos grãos.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

Em 1972/73, foram obtidos dados de produção e da composição química das folhas e dos grãos de milho (híbrido IAC Hmd/6999B), de dois ensaios permanentes de adubação conduzidos pelo Seção de Milho e Cereais Diversos, do Instituto Agrônômico. Um dos ensaios foi instalado em latossolo roxo transição para latossolo vermelho-amarelo, orto, do Centro Experimental de Campinas, e o outro, em solo podzólico vermelho-amarelo, orto, da Estação Experimental de Mococa, IAC, no Estado de São Paulo. Nesses ensaios, o milho vem sendo plantado anualmente nas mesmas parcelas desde 1937/38 e 1941/42, respectivamente. Os efeitos da aplicação anual continuada nas propriedades químicas do solo dessas duas áreas experimentais foram estudados por Catani e Gallo (2).

O delineamento adotado foi em blocos ao acaso, com três repetições em Campinas e quatro em Mococa e com os seguintes tratamentos: Testemunha (T), N, P, K, NP, NK, PK, NPK, (1/2 NPK), (2N)PK, N(2P)K, NP(2K). Em cada localidade, e a partir do ano agrícola 1964/65 os fertilizantes foram aplicados nas doses básicas por hectare de 40 kg de N, através do sulfato de amônio, 40 kg de P_2O_5 , através do superfosfato

simples, e 25 kg de K_2O , através do cloreto de potássio. Todo o N foi aplicado em cobertura aos 35 dias da germinação e todo P_2O_5 e K_2O , no sulco de plantio. Cada parcela era constituída de quatro linhas de 10 m espaçadas de 1,20 m, sendo considerada uma área útil de 24 m² para estudo.

Os efeitos principais das aplicações dos fertilizantes foram avaliados a partir do fatorial 2³ dos ensaios, embora para a análise da variância tenham sido utilizados os 12 tratamentos. Não foram consideradas as interações. Na comparação de localidades em relação à produção e a cada constituinte determinado nos grãos, e nas correlações simples estudadas foram aproveitados todos os dados dos ensaios. No texto foram apresentadas apenas as correlações significativas aos níveis de probabilidade de 1% e 5%, salvo indicação em contrário.

As amostras de folhas para análise (folhas de posição +4) foram coletadas segundo Gallo e Coelho (9) e os grãos foram amostrados da porção central das espigas, após a colheita do milho. Nas folhas foram determinados 15 elementos e nos grãos todos os nutrientes, tendo sido utilizados os métodos citados em trabalho anterior (10). Nos grãos (inteiros) a porcentagem de proteína foi avaliada a partir da determinação de nitrogênio total, com o emprego do sistema autoanalisador Technicon II, segundo Concon e Soltess (4) e Gehrke e outros (11), e utilizando o fator de conversão 6,25. As concentrações de 17 aminoácidos e a amônia foram determinadas nas amostras hidrolisadas, com um analisador de aminoácidos Hitachi modelo KLA-3B, pelo método de troca com ligantes (21). A concentração de triptofano foi determinada segundo Villegas e Mertz (23). O teor total de óleo foi avaliado por gravimetria após sua extração por agitação mecânica da amostra com éter de petróleo, a frio, durante 12 horas. A composição do óleo em ácidos graxos (palmítico, esteárico, oléico e linoléico) foi determinada com um cromatógrafo de gás Varian Aerograph modelo 1848-42 (15). A determinação do teor de amido foi feita pelo método de Ewers modificado por Hadorn e Doevelaar (1) e leitura num polarímetro de alto rendimento analítico.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 — EFEITOS DA ADUBAÇÃO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS GRÃOS

Os resultados do estudo dos efeitos principais da adubação, nas doses 0 e 1 dos fertilizantes utilizados, na variação de constituintes dos grãos, da composição da proteína em aminoácidos e dos teores de ácidos graxos do óleo, acham-se respectivamente nos quadros 1, 2 e 3.

Os efeitos das adubações na composição dos grãos foram em geral mais acentuados em Mococa do que em Campinas. Nas variações observadas é preciso levar em conta as diferenças de tipo de solo, condições

climáticas e possível interação da adubação com esses fatores. Os dados obtidos mostraram que as condições ambientes (localidade) afetaram seriamente a composição dos grãos.

A aplicação de sulfato de amônio aumentou o teor de proteína e diminuiu os teores de ácido aspártico, alanina, glicina e triptofano na proteína e de amido nos grãos, em Mococa, enquanto somente o teor de S foi afetado por essa adubação, em Campinas. Não obstante o aumento verificado no teor de S nos grãos nas duas localidades, não houve variação significativa nas porcentagens dos aminoácidos sulfurados na proteína. Coïc e outros (3) relataram resultados semelhantes quanto ao aumento do teor de proteína dos grãos de cereais (trigo e cevada) e diminuição da proporção de vários aminoácidos por influência da adubação nitrogenada tardia. De acordo com esses autores, o acréscimo do teor de proteína do grão está associado a um decréscimo do teor de amido.

A adubação fosfatada aumentou os teores de P, K e dos ácidos aspártico e glutâmico e diminuiu os de prolina, metionina, tirosina e histidina, em Mococa, e houve um acréscimo dos teores de S, triptofano e decréscimo de Cl, ácido aspártico e alanina, em Campinas.

A adubação potássica aumentou os teores de ácido aspártico, prolina, valina e diminuiu os de ácido glutâmico, alanina e cistina na proteína; provocou aumento no teor de óleo e diminuição do teor de ácido linoléico, em Mococa. Essa adubação produziu acréscimos dos teores de Mn e ácido palmítico e decréscimo do teor de lisina, em Campinas.

Pela comparação das médias dos ensaios pôde-se verificar a influência de localidade na variação da composição química das sementes. Os seguintes componentes apresentaram teores significativamente mais elevados nos grãos, para Mococa: Mg, Mn, óleo, amido, ácido aspártico, prolina, glicina, metionina, lisina, arginina, triptofano, ácido palmítico, ácido esteárico e ácido oléico, e para Campinas, P, Ca, S, Fe, Zn, proteína, ácido glutâmico, leucina, tirosina, fenilalanina, histidina e ácido linoléico. A influência na variação da porcentagem de óleo e de ácidos graxos concorda com o que foi relatado por Jellum e Marion (16), de que as localidades com teores de óleo mais elevados tendem a produzir óleo com maior porcentagem de ácido oléico e menor de ácido linoléico.

3.2 — RELAÇÕES ENTRE ADUBAÇÃO, CONCENTRAÇÃO DE ELEMENTOS NAS FOLHAS E COMPOSIÇÃO DOS GRÃOS

3.2.1 — MINERAIS

Como este trabalho trata principalmente dos fatores que afetam a composição química dos grãos, os dados da análise química foliar são apresentados somente para mostrar as relações envolvidas. As correlações simples obtidas com a variação dos níveis de adubação e elementos nas folhas (quadro 4) confirmaram os resultados relatados por Gallo e outros

QUADRO 1. — Efeito da adubação do milho com sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio nas doses 0 e 1, na variação de constituintes minerais, proteína, óleo e amido, nos grãos e na produção. Valores de F para comparação de localidades.

NIVEIS DE ADUBAÇÃO	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Cl	B	Mo	Proteína	Óleo	Amido	Grãos
														%	%	%	kg/ha
MOCOCA																	
N ₀	1,26	0,218	0,31	0,02	0,09	0,076	51	4	6,1	22,9	580	1	0,03	7,87	4,26	76,09	3471
N ₁	1,38	0,196	0,29	0,02	0,09	0,087	50	5	5,5	22,7	556	1	0,02	8,63	4,18	74,85	4141
Valor F	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	*
F ₀	1,30	0,195	0,30	0,02	0,09	0,081	49	5	5,8	26,1	548	1	0,02	8,12	4,14	75,69	3245
F ₁	1,34	0,220	0,31	0,02	0,09	0,082	52	4	5,8	22,5	588	1	0,03	8,97	4,31	75,26	4367
Valor F	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
K ₀	1,34	0,209	0,30	0,02	0,09	0,081	51	5	5,5	22,7	592	1	0,03	8,36	4,09	75,72	3393
K ₁	1,30	0,205	0,30	0,02	0,09	0,082	50	5	6,1	25,9	544	1	0,03	8,14	4,35	75,23	4219
Valor F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	**
CAMPINAS																	
Média do ensaio	1,33	0,207	0,30	0,02	0,09	0,082	50	5	5,7	23,9	574	1	0,03	8,30	4,30	75,36	4180
Menor valor do ensaio	1,04	0,021	0,27	0,01	0,08	0,033	30	3	2,6	17,7	377	0	0,01	6,50	3,55	72,86	1583
Maior valor do ensaio	1,65	0,255	0,36	0,03	0,11	0,123	72	10	10,4	75,5	688	8	0,05	10,31	4,96	77,19	6333
MOCOCA X CAMPINAS																	
N ₀	1,42	0,281	0,30	0,06	0,04	0,103	65	3	5,3	30,7	603	tr ⁽¹⁾	0,02	8,91	4,04	72,62	2806
N ₁	1,46	0,239	0,30	0,06	0,04	0,130	65	3	4,3	30,8	584	tr	0,04	9,15	4,03	71,98	3222
Valor F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	—	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
F ₀	1,44	0,221	0,32	0,06	0,13	0,109	57	3	4,4	29,9	618	tr	0,04	9,06	3,96	72,08	2312
F ₁	1,44	0,249	0,34	0,07	0,04	0,124	58	3	5,2	31,5	570	tr	0,02	9,03	4,11	72,54	3715
Valor F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	—	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
K ₀	1,45	0,235	0,34	0,06	0,04	0,121	54	2	4,5	29,0	581	tr	0,02	9,10	4,03	72,79	2924
K ₁	1,80	0,234	0,32	0,06	0,04	0,112	61	3	5,0	32,5	602	tr	0,04	9,14	4,04	71,82	3104
Valor F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	—	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Média do ensaio	1,46	0,236	0,32	0,06	0,05	0,117	60	3	5,2	31,2	586	—	0,02	9,13	4,13	72,54	3289
Menor valor do ensaio	1,22	1,690	0,25	0,02	0,04	0,063	34	1	0,8	21,6	510	—	0,01	7,63	3,59	67,71	833
Maior valor do ensaio	1,67	3,960	0,65	0,08	0,29	0,156	185	6	12,0	61,6	688	—	0,06	10,44	5,71	75,84	4687
Valor F	61,81**	25,86**	3,24 n.s.	78,00**	112,50**	136,00**	6,39*	140,99**	0,86 n.s.	10,89**	0,68 n.s.	—	0,00 n.s.	69,68*	7,55*	112,67**	4445**

* 0,01 < Pr < 0,05; ** Pr < 0,01

⁽¹⁾ tr. < 1 ppm de B

QUADRO 2 — Efeito da adubação do milho com sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio nas doses 0 e 1, na variação da composição da proteína em aminoácidos. Valores de F para comparação de localidades.

NÍVEIS DE ADUBAÇÃO	Asp	Glu	Tre	Ser	Pro	Ala	Gli	Val	Cis	Met.	Ile	Leu	Tir	Fen	Lis	His	NH ₂	Arg	Tri	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MOCOCA																				
N ₀	6,59	18,88	3,59	4,81	7,33	7,44	4,08	3,57	1,07	1,22	2,64	12,50	3,19	4,70	3,67	2,09	6,13	5,45	0,64	
N ₁	5,89	19,55	3,50	4,71	7,94	7,12	3,51	3,94	1,01	1,42	2,75	12,50	3,16	4,85	3,68	2,19	5,81	5,43	0,57	
Valor F	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	
P ₀	5,77	18,44	3,66	4,82	7,71	7,27	3,95	3,83	0,96	1,46	2,68	12,64	3,28	4,91	3,82	2,29	5,88	5,56	0,62	
P ₁	6,70	19,99	3,43	4,76	7,56	7,29	3,64	3,68	1,12	1,18	2,71	12,37	3,07	4,64	3,53	1,99	6,06	5,32	0,59	
Valor F	**	**	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	
K ₀	5,57	19,49	3,66	4,84	7,23	7,46	3,95	3,57	1,22	1,39	2,61	12,78	3,27	4,85	3,76	2,15	6,16	5,57	0,62	
K ₁	6,91	18,95	3,43	4,74	8,01	7,09	3,64	3,95	0,86	1,26	2,79	12,23	3,09	4,70	3,59	2,13	7,37	5,31	0,59	
Valor F	**	**	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
CAMPINAS																				
Média do ensaio	6,10	19,54	3,58	4,86	7,79	7,43	3,65	3,71	1,02	1,36	2,66	12,56	3,10	4,73	3,70	2,07	6,06	5,42	0,62	
Menor valor do ensaio ...	3,47	17,06	3,06	4,22	5,45	6,36	2,60	2,43	0,60	0,78	1,89	10,22	2,61	3,35	2,68	1,29	4,50	4,11	0,50	
Maior valor do ensaio ...	9,31	23,13	4,34	5,71	9,99	8,03	4,78	4,93	1,47	1,82	3,28	14,29	3,91	5,88	8,45	2,86	8,33	7,86	0,81	
N ₀	5,30	20,45	3,52	4,89	6,83	7,66	3,17	3,56	1,13	1,23	2,61	13,44	3,40	5,03	3,35	2,32	6,31	5,03	0,53	
N ₁	5,32	21,05	3,39	4,78	7,43	7,37	3,42	3,42	1,72	1,33	2,69	13,53	3,83	4,84	3,82	1,95	6,48	4,64	0,54	
Valor F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
P ₀	5,55	20,82	3,48	4,82	7,44	7,74	3,35	3,47	1,14	1,31	2,65	13,45	3,40	4,87	3,16	2,05	6,05	4,85	0,51	
P ₁	5,07	20,68	3,43	4,85	6,81	7,29	3,15	3,52	1,15	1,25	2,65	13,52	3,83	4,99	3,29	2,23	6,40	4,82	0,56	
Valor F	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	
K ₀	5,28	21,05	3,47	4,76	6,90	7,38	3,14	3,33	1,14	1,29	2,54	13,19	3,75	4,89	3,41	2,24	6,46	5,09	0,51	
K ₁	5,34	20,45	3,43	4,91	7,35	7,65	3,36	3,66	1,43	1,28	2,77	13,77	3,48	4,98	3,04	2,04	6,32	4,58	0,55	
Valor F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Média do ensaio	5,27	20,86	3,43	4,80	6,81	7,64	3,27	3,52	1,11	1,20	2,67	13,44	3,57	4,93	3,26	2,22	6,24	4,94	0,54	
Menor valor do ensaio ...	3,86	18,30	2,71	3,77	5,92	5,59	2,30	2,63	0,59	0,69	2,04	11,00	1,08	4,04	2,68	1,01	4,19	4,02	0,35	
Maior valor do ensaio ...	6,57	24,56	3,88	6,00	7,70	8,95	3,86	4,56	1,55	1,80	3,36	14,90	4,46	5,56	3,95	3,09	8,83	6,82	0,66	
MOCOCA X CAMPINAS																				
Valor F	70,86**	31,13***	0,00 n.s.	0,55 n.s.	39,29**	1,97 n.s.	19,92**	3,36 n.s.	2,85 n.s.	7,45**	0,20 n.s.	56,24**	33,40**	4,91*	13,01**	4,27*	1,09 n.s.	11,21**	88,86**	

* 0,01 < Pr < 0,05; ** Pr < 0,01.

QUADRO 3. — Efeito de adubação do milho com sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio nas doses 0 e 1, na variação dos teores de ácidos graxos no óleo. Valores de F para comparação de localidades

Níveis de adubação	Palmitico	Estearico	Oléico	Linoléico
MOCOCA				
	%	%	%	%
N ₀	16,36	1,41	35,19	46,89
N ₁	16,32	1,33	35,15	47,07
Valor F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P ₀	20,59	1,34	35,42	46,76
P ₁	16,32	1,40	34,92	47,20
Valor F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
K ₀	16,04	1,42	34,82	47,61
K ₁	16,64	1,31	36,84	46,35
Valor F	n.s.	n.s.	n.s.	*
Média do ensaio	16,33	1,36	35,52	46,67
Menor valor do ensaio	14,30	0,75	32,54	43,24
Maior valor do ensaio	18,22	1,87	39,16	49,41
CAMPINAS				
N ₀	15,33	1,09	34,81	48,66
N ₁	14,94	1,15	34,05	49,84
Valor F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P ₀	14,76	1,17	34,78	49,22
P ₁	15,51	1,07	34,09	49,31
Valor F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
K ₀	14,61	1,18	34,76	49,44
K ₁	15,67	1,06	34,10	49,08
Valor F	*	n.s.	n.s.	n.s.
Média do ensaio	15,29	1,13	34,31	49,22
Menor valor do ensaio	12,33	0,77	31,47	44,33
Maior valor do ensaio	17,47	1,64	36,81	53,39
MOCOCA X CAMPINAS				
Valor F	38,60 **	42,69 **	19,16 **	124,29 **

* 0,01 < Pr < 0,05; ** Pr < 0,01.

QUADRO 4. — Coeficientes de correlação simples entre adubação do milho e teores de elementos determinados na folha + 4 e nos grãos

Correlações com a variação dos níveis da adubação nitrogenada		Correlações com a variação dos níveis da adubação fosfatada		Correlações com a variação dos níveis da adubação potássica	
MOCOCA	CAMPINAS	MOCOCA	CAMPINAS	MOCOCA	CAMPINAS
Elemento nas folhas		Elemento nas folhas		Elemento nas folhas	
N	0,345 *	N	0,326 *	P	0,317 *
P	0,523 **	P	0,623 **	K	0,748 **
Ca	-0,297 *	S	0,474 **	Ca	-0,446 **
Mg	-0,396 **	Fe	-0,446 **	Mg	-0,599 **
S	0,698 **	Al	-0,549 **	S	0,281 *
Mn	0,769 **	Cl	0,353 *	Zn	0,430 **
Cu	0,704 **	Fe	0,387 *	Al	-0,309 *
Zn	0,564 **			Cl	0,808 **
Cl	0,291 *				
Mo	-0,324 *				
Elemento nos grãos		Elemento nos grãos		Elemento nos grãos	
N	0,396 **				
P	-0,386 **				
K	-0,467 **				
S	0,294 *				

(10), onde se estudou a influência das aplicações dos mesmos fertilizantes nas doses 0 e 1. Nos dois solos foram observadas correlações positivas entre N e P, N e Cu, P e P, K e K, K e Cl, e negativas entre P e Fe, P e Al, K e Ca, K e Mg.

As correlações entre adubação e nutrientes nos grãos foram em menor número (quadro 4). Tanto nas folhas quanto nos grãos foram obtidas correlações para os seguintes elementos: N, S e P, em Mococa, com a variação da adubação nitrogenada, porém, a correlação com P foi positiva nas folhas e negativa nos grãos; P, em Campinas, com a variação da adubação fosfatada. Foram encontradas as seguintes correlações entre adubação e nutrientes nos grãos concordantes com os efeitos principais da adubação na concentração desses elementos: N-S, nas duas localidades; N-N, em Mococa, e P-Cl, em Campinas.

Vários elementos nas folhas e nos grãos estiveram correlacionados entre si (quadro 5). No entanto, apenas as seguintes correlações folha-grão foram comuns a ambas as localidades: S-N e Mo-Fe, positivas e Fe-P e Al-P, negativas. Quanto às correlações negativas Fe-P e Al-P, deve-se salientar o antagonismo entre esses elementos já evidenciado por influência da adubação fosfatada e suas relações na folha +4 obtidas em outro trabalho (10).

Observou-se a existência de um maior número de correlações em Mococa. Nessa localidade, a correlação N-N ocorreu entre adubação nitrogenada e N nas folhas, adubação nitrogenada e N nos grãos e entre N nas folhas e nos grãos. O aumento de N nos grãos esteve relacionado, além do próprio N, com o aumento de P, S, Mn, Cu e Zn nas folhas. Em Campinas, os teores de N nos grãos e de S na folha +4 estiveram também diretamente correlacionados, enquanto houve uma correlação negativa entre os teores de N nos grãos e Mo nas folhas.

Pode-se assinalar outras correlações positivas entre um mesmo elemento na folha e no grão: Mo-Mo, em Mococa e Zn-Zn, em Campinas. Também foram observadas correlações positivas recíprocas entre P nas folhas e Mg nos grãos e Mg nas folhas e P nos grãos, em Mococa.

3.3.2 — PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS

A aplicação de maiores doses de N aumentou a porcentagem de proteína nos grãos, significativamente em Mococa, em concordância com outros autores (12, 17, 19, 22). Porém, não houve variação desse componente em função de níveis de P_2O_5 ou K_2O (12). Entretanto, essas adubações provocaram variações dos teores de aminoácidos na proteína.

Os coeficientes de correlação entre adubação e teores de proteína e aminoácidos acham-se no quadro 6. As seguintes correlações refletiram os efeitos principais da adubação observados na concentração desses constituintes dos grãos: N e proteína (positiva), N e glicina (negativa) e, P e metionina, tirosina, histidina (negativa), P e ácido glutâmico (positiva), em Mococa; P e triptofano (positiva) e K e lisina (negativa), em Campinas.

QUADRO 5. — Coeficientes de correlação simples entre as concentrações dos elementos determinados na folha + 4, e nos grãos de milho

MOCOCA		CAMPINAS	
Folha — grão	Folha — grão	Folha — grão	Folha — grão
N — N 0,607 **	Mn — K — 0,618 **	B — Ca 0,322 **	Zn — Mn 0,501 **
N — K — 0,626 **	Cu — N 0,579 **	Mo — S — 0,524 **	Zn — Zn 0,367 *
P — N 0,409 **	Cu — P — 0,333 *	Mo — B 0,089 *	Al — P — 0,439 **
P — Mg 0,282 *	Cu — K — 0,689 **	Mo — Mo 0,377 **	Al — Ca — 0,402 *
Mg — P 0,288 *	Zn — N 0,369 **	Mo — Fe 0,486 **	Al — S — 0,383 *
S — N 0,384 **	Zn — K — 0,213 **		Al — Cl 0,446 **
S — P — 0,284 *	Na — K 0,305 *		Al — Mo 0,501 **
S — K — 0,404 **	Na — S 0,309 *		Cl — Mn 0,345 *
Fe — P — 0,339 *	Na — B 0,463 **		Cl — Zn 0,466 **
Fe — K — 0,528 **	Na — Fe — 0,382 **		Mo — N — 0,348 *
Fe — Mg — 0,336 *	Na — Mn 0,344 *		Mo — Fe 0,400 *
Fe — Cl — 0,340 *	Al — P — 0,288 *		
Mn — N 0,634 **	Al — K — 0,496 **		
Mn — P — 0,356 *	Al — Mg — 0,379 **		
		P — S 0,316 *	
		P — Cl — 0,529 **	
		K — Cl 0,377 *	
		Ca — K 0,463 **	
		S — N 0,452 **	
		Fe — P — 0,468 **	
		Fe — Ca — 0,356 *	
		Fe — S — 0,396 *	
		Fe — Cl 0,432 **	
		Fe — Mo 0,525 **	
		Mn — Ca — 0,468 **	
		Mn — Mo 0,722 **	
		Mn — Fe 0,449 **	
		Zn — P 0,559 **	

QUADRO 6. — Coeficientes de correlação simples entre adubação do milho e constituintes orgânicos dos grãos

CONSTITUINTE	MOCOCA	CAMPINAS
Correlações com a variação dos níveis de adubação nitrogenada		
N — amido	— 0,493 **	n.s.
N — proteína	0,400 **	n.s.
N — glicina	— 0,368 **	n.s.
N — óleo	n.s.	0,339 **
N — ácido oléico	n.s.	— 0,341 *
Correlações com a variação dos níveis de adubação fosfatada		
P — ácido glutâmico	0,337 *	n.s.
P — metionina	— 0,349 *	n.s.
P — tirosina	— 0,315 *	n.s.
P — histidina	— 0,285 *	n.s.
P — óleo	0,367 **	n.s.
P — prolina	n.s.	— 0,389 *
P — lisina	n.s.	0,291 *
P — triptofano	n.s.	0,397 *
P — ácido palmítico	n.s.	0,447 **
Correlações com a variação dos níveis de adubação potássica		
K — óleo	0,374 **	n.s.
K — ácido oléico	0,248 *	n.s.
K — ácido linoléico	— 0,423 **	n.s.
K — alanina	n.s.	0,474 **
K — glicina	n.s.	0,383 *
K — lisina	n.s.	— 0,352 *

* 0,01 < Pr < 0,05; ** Pr < 0,01

Em Mococa, a adubação nitrogenada e os teores de cada um dos nutrientes N, P, S, Mn, Cu, Zn nas folhas estiveram correlacionados positivamente com proteína e negativamente com glicina nos grãos (quadro 7). Pelos dados do quadro 4 verifica-se que houve correlação positiva de todos os elementos citados contidos nas folhas com a adubação nitrogenada; de N, P e S nas folhas com a adubação fosfatada, e de P, S e Zn nas folhas com a adubação potássica, por influência direta ou indireta das adubações. Portanto, além da adubação nitrogenada, outras adubações contribuíram na variação dos teores de proteína e glicina dos grãos. Em Campinas, somente o teor de S nas folhas esteve diretamente correlacionado com o teor de proteína nos grãos.

QUADRO 7. — Coeficientes de correlação simples entre minerais na folha + 4 e constituintes orgânicos do grão de milho em duas localidades

MOCOCA		CAMPINAS					
Folha-grão	Folha-grão	Folha-grão	Folha-grão				
N-ser	-0,283 *	Zn-gli	-0,446 **	N-asp	-0,374 *	Fe-asp	0,429 **
N-pro	-0,305 *	Zn-val	0,376 **	N-ac. estearico	0,445 **	Fe-tir	-0,512 **
N-ala	-0,308 *	Zn-cis	-0,287 *	P-asp	-0,330 *	Mn-asp	0,361 *
N-gli	-0,419 *	Zn-proteína	0,372 *	P-tri	0,382 *	Mn-val	-0,348 *
N-val	0,325 *	Zn-amido	-0,419 **	P-óleo	0,394 *	Zn-NH ₃	-0,429 **
N-lis	-0,346 *	Na-ala	0,323 *	P-ac. palmítico	0,357 *	Na-gli	0,379 *
N-NH ₃	-0,300 *	Na-amido	0,310 *	K-ala	0,349 *	Al-val	-0,334 *
N-proteína	0,612 **	Al-ala	-0,287 *	K-val	0,344 *	Al-asp	-0,440 **
N-amido	-0,470 **	Al-tir	0,323 *	K-leu	0,351 *	Al-tir	-0,518 **
P-glu	0,335 *	Al-met	0,357 *	K-lis	-0,398 **	Al-tri	-0,326 *
P-gli	-0,345 **	Al-his	0,373 **	Ca-ser	-0,347 *	Cl-tri	0,379 *
P-lis	-0,311 *	Al-óleo	-0,449 **	Ca-ala	-0,329 *	Cl-ac. palmítico	0,438 **
P-proteína	0,405 **	Cl-gli	-0,323 *	Ca-gli	-0,382 *	B-NH ₃	-0,461 **
P-óleo	0,398 **	Cl-tir	-0,342 *	Ca-val	-0,507 **	Mo-proteína	-0,349 *
P-amido	-0,422 **	Cl-óleo	0,429 **	Ca-iso	-0,577 **	Mo-óleo	-0,328 *
K-val	0,378 **	Cl-amido	-0,319 *	Ca-NH ₃	0,499 **	Mo-amido	-0,478 **
K-cis	-0,391 **	Cl-ac. linoléico	-0,376 **	Mg-ala	-0,331 *		
K-óleo	0,372 **	B-gli	-0,322 *	Mg-gli	-0,573 **		
K-amido	-0,327 **	B-val	0,305 *	Mg-val	-0,429 **		
K-ac. palmítico	0,335 *	B-leu	0,399 **	Mg-iso	-0,526 **		
K-ac. linoléico	-0,391 **	B-ac. palmítico	0,299 *	Mg-NH ₃	0,484 **		
Ca-cis	0,369 **	B-ac. linoléico	-0,372 *	S-pro	0,460 **		
Ca-met	0,374 **	Mo-ac. linoléico	-0,283 *	S-his	0,344 *		
Ca-iso	-0,338 *			S-proteína	0,452 **		

* 0,01 < Pr < 0,05; ** Pr < 0,01.

Foram observadas algumas correlações concordantes entre adubação, elementos nas folhas e aminoácidos na proteína: entre adubação fosfatada ou P nas folhas e triptofano (positivas); entre adubação potássica ou K nas folhas e lisina (negativas), em Campinas.

3.2.3 — ÓLEO E ÁCIDOS GRAXOS

No quadro 6 são apresentados os coeficientes de correlação entre adubação e teores de óleo e ácidos graxos dos grãos. Verifica-se que as correlações com a variação dos níveis de N só foram encontradas em Campinas, onde houve correlação direta com o teor de óleo e inversa com o teor de ácido oléico. Com a variação dos níveis de P_2O_5 foram obtidas as correlações positivas P-óleo, em Mococa, e P-ácido palmítico, em Campinas. Em Mococa, além da adubação fosfatada, o teor de P nas folhas mostrou-se positivamente correlacionado com o teor de óleo (quadro 7). É interessante notar que a correlação positiva entre teor de P nas folhas e teor de óleo dos grãos foi comum às duas localidades. Pela variação da adubação potássica foram encontradas correlações positivas com óleo e ácido oléico e negativa com o ácido linoléico, em Mococa. As correlações com óleo e ácido linoléico concordam com os efeitos principais da adubação potássica observados nessa localidade. Observou-se, ainda, correlação direta entre K nas folhas e óleo e inversa entre K nas folhas e ácido linoléico.

Também Genter e outros (12) relataram um efeito no teor de óleo devido a localidade e aplicação de níveis de N e P_2O_5 . Contudo, pela falta de consistência de seus dados, as diferenças encontradas não permitiram interpretar a influência desses fatores.

3.2.4 — AMIDO

De modo geral, as correlações com o teor de amido ficaram limitadas a uma localidade e a maioria foi negativa (quadros 6 e 7). Em Mococa, foi obtida uma correlação negativa de amido com a adubação nitrogenada e os teores de cada um dos elementos N, P, S, Mn, Cu, Zn e Cl determinados nas folhas. Todos esses nutrientes mostraram-se correlacionados positivamente com a adubação nitrogenada; N, P, S e Cl com a adubação fosfatada, e P, K, S, Zn e Cl com a adubação potássica (quadro 4), indicando que as aplicações dos fertilizantes afetaram direta e indiretamente o teor de amido. A correlação com níveis de N está de acordo com os efeitos principais da adubação nitrogenada no teor de amido, já citados (quadro 1), sendo por isso a mais importante, apesar de vários outros elementos nas folhas estarem relacionados com o teor de amido.

Loustalot e outros (18), trabalhando com mudas de tungue, encontraram uma interação significativa N x K com o teor de amido das folhas, de maneira que na presença de baixos níveis de N e níveis crescentes de K, o teor de amido aumentou, enquanto ocorreu o inverso para níveis intermediários e elevados de N. Admitiram a possibilidade de que as com-

binações de baixos níveis de um destes elementos e um alto nível do outro obstem mais o crescimento do que a fotossíntese, tendendo a acumular amido. Individualmente, as maiores doses de N e K aplicadas corresponderam a porcentagens mais baixas de amido nas hastes.

Gouny (14), numa revisão de literatura sobre o comportamento das plantas em relação ao cloro, mostrou que há divergência quanto ao efeito do íon cloreto no aumento ou diminuição do teor de amido. Recentemente Furlani e outros (8), encontraram em plantas de batatinha adubadas com KCl, uma correlação negativa entre os teores de Cl em diversas partes e os teores de amido nos tubérculos. Por comparação com tratamentos com K_2SO_4 , concluíram que o K não teve efeito na variação do teor de amido.

No presente trabalho, além do Cl houve uma correlação negativa entre K nas folhas e amido nos grãos, embora a correlação entre a adubação potássica e amido não tenha sido significativa.

3.3 — RELAÇÕES ENTRE PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS GRÃOS

Os efeitos dos tratamentos na produção, com maiores respostas à adubação fosfatada, foram relatados anteriormente por Gallo e outros (10). Os dados de produção são apresentados no quadro 1, em virtude do estudo de suas relações com a composição dos grãos. O sulfato de amônio e o superfosfato provocaram aumento de produção nas duas localidades, enquanto o cloreto de potássio, somente em Mococa, onde a média do ensaio foi maior.

Nas duas localidades, a produção e a porcentagem de óleo estiveram correlacionadas positivamente (quadro 8). Deve-se acrescentar que a adubação fosfatada, além da produção aumentou a porcentagem de óleo dos grãos, uma vez que foram encontradas correlações positivas entre adubação fosfatada e teor de óleo, significativa numa localidade, e entre teor de P nas folhas e óleo nos dois solos.

Em Mococa, foram obtidos coeficientes de correlação positivos entre produção e N ou proteína e negativos entre produção e os aminoácidos glicina, metionina, lisina e arginina, enquanto em Campinas, onde não houve correlação significativa entre produção e proteína, o aumento de produção correspondeu a um aumento de tirosina e triptofano e diminuição de ácido aspártico.

A produção e o teor de amido estiveram negativamente correlacionados, em Mococa.

Quanto aos minerais houve uma correlação positiva com S e Cl e negativa com Mo, em Campinas.

Não foram obtidas correlações significativas para os demais nutrientes nos grãos, bem como para os outros aminoácidos. Não houve também nenhuma correlação entre a produção e quaisquer dos ácidos graxos do óleo.

QUADRO 8. — Coeficientes de correlação simples entre produção e composição dos grãos de milho em duas localidades

CONSTITUINTE	MOCOCA	CAMPINAS
Correlações com a variação dos constituintes no grão		
N	0,383 **	n.s.
S	n.s.	0,464 **
Cl	n.s.	0,469 **
Mo	n.s.	— 0,298 *
Proteína	0,384 **	n.s.
Óleo	0,547 **	0,397 *
Amido	— 0,403 **	n.s.
Correlações com a variação de aminoácidos na proteína		
Acido aspártico	n.s.	— 0,462 **
Glicina	— 0,417 **	n.s.
Metionina	— 0,356 *	n.s.
Tirosina	n.s.	0,394 *
Lisina	— 0,324 *	n.s.
Arginina	— 0,325 *	n.s.
Triptofano	n.s.	0,356 *

* 0,01 < Pr < 0,05; ** Pr < 0,01

3.4 — RELAÇÕES ENTRE OS CONSTITUINTE DOS GRÃOS

Os coeficientes de correlação obtidos aparecem no quadro 9. Neste estudo, as relações entre os constituintes nos grãos foram agrupadas de quatro maneiras.

3.4.1 — NUTRIENTES

As correlações significativas observadas não foram comuns a ambas as localidades, podendo-se admitir a influência de fatores locais nessa variação. As correlações N-K, P-K, P-S, Mg-Cu, Mg-Zn, S-Mn obtidas em Mococa e P-Mn, K-Mg, em Campinas também foram observadas nas folhas (10). Exceto N-K e P-S, negativas, as demais foram positivas nos grãos. Porém, houve concordância em sinal somente para as relações P-K, S-Mn e P-Mn nas folhas e nos grãos. A variação no relacionamento entre pares de nutrientes segundo as partes da planta já é assunto conhecido (7).

3.4.2 — CONSTITUINTE MINERAIS E ORGANICOS

As correlações de N ou proteína com os aminoácidos serão discutidas em 3.4.3. Em Mococa, foi obtida correlação positiva da proteína com Fe e negativa com K.

QUADRO 9. — Coeficientes de correlação simples entre os constituintes dos grãos de milho. Concentrações de nutrientes, proteína, óleo e amido na matéria seca, aminoácidos na proteína e ácidos graxos no óleo.

MOCOCA		CAMPINAS							
N — K	— 0,557 **	N — proteína	0,998 **	Mo — óleo	0,354 *	P — K	— 0,404 *	Mg — lis	0,369 *
N — Fe	0,324 *	N — amido	— 0,386 **	Mo — ac. esteárico	— 0,350 *	P — Mn	0,396 *	Mg — arg	0,343 *
P — K	0,403 **	P — lis	— 0,314 *	Fe — lis	— 0,305 *	K — Mg	0,374 *	S — tir	0,516 **
P — S	— 0,423 **	P — óleo	0,353 *	Fe — NH ₃	— 0,340 *	K — S	0,385 *	Cl — glu	— 0,334 *
Mg — Cu	0,286 *	K — ser	0,317 *	Fe — proteína	0,321 *	Ca — Mo	— 0,551 **	Mo — tre	0,337 *
Mg — Zn	0,491 **	K — ala	0,328 *	Mn — tri	— 0,282 *	Ca — Fe	— 0,482 **	Mo — tri	— 0,457 **
S — B	0,532 **	K — proteína	— 0,549 **	Cu — met	— 0,291 *	Mg — Fe	0,749 **	Fe — val	— 0,311 *
S — Fe	— 0,386 **	Mg — asp	0,285 *	Cu — tir	— 0,295 *	S — Cl	— 0,343 *	Mn — amido	— 0,416 *
S — Mn	0,456 **	Mg — tir	— 0,288 *	Cu — ac. palmítico	0,294 *	N — pro	0,536 **	Cu — iso	0,326 *
Cl — Fe	0,287 *	Mg — óleo	0,329 *	Cu — ac. esteárico	0,301 *	N — proteína	0,999 **	Proteína — pro	0,537 **
Cl — Cu	— 0,338 *	Mg — ac. oleico	— 0,317 *	Cu — ac. oleico	— 0,288 *	P — tir	0,354 *	Proteína — fen	— 0,287 *
B — Fe	— 0,495 **	S — gli	— 0,312 *	Proteína — gli	— 0,340 *	P — his	— 0,349 *	Proteína — arg	— 0,285 *
N — gli	— 0,344 *	S — óleo	— 0,305 *	Proteína — lis	— 0,298 *	P — amido	— 0,506 **	Óleo — ac. esteárico	0,292 *
N — lis	— 0,306 *	Cl — ser	0,306 *	Proteína — NH ₃	— 0,433 **	K — ser	— 0,345 *		
N — NH ₃	— 0,435 **	Cl — ac. palmítico	— 0,283 *	Proteína — tri	— 0,296 *	K — amido	— 0,354 *		
N — tri	— 0,289 *	B — lis	0,349 *	Óleo — ac. linoleico	— 0,315 *	Ca — gli	— 0,387 *		

* 0,01 < Pr < 0,05; ** Pr < 0,01

Várias correlações entre nutrientes e aminoácidos foram encontradas. Porém, apenas a correlação P-histidina, negativa, foi comum aos dois ensaios. A correlação K-serina também foi observada nas duas localidades, mas com sinais diferentes.

Somente em Mococa, o teor de óleo correlacionou com os teores de P, Mg e Mo, positivamente, e com S, negativamente. As seguintes correlações foram encontradas com os ácidos graxos: Mg-ácido oléico, Cu-ácido oléico, Cl-ácido palmítico e Mo-ácido esteárico, negativas; Cu-ácido palmítico e Cu-ácido esteárico, positivas.

O teor de amido dos grãos esteve sempre negativamente correlacionado com N, em Mococa e com P, K e Mn, em Campinas.

As correlações P-óleo, positiva, e N-amido, negativa, também ocorreram entre os teores desses elementos nas folhas e os respectivos componentes nos grãos.

3.4.3 — AMINOÁCIDOS E PROTEÍNA

Vários autores mostraram que um acréscimo do teor de proteína nos grãos de cereais, por influência de qualquer fator, não está necessariamente correlacionado de forma direta com o teor de cada aminoácido (20, 22). Tem sido observada freqüentemente uma correlação inversa entre o teor de lisina e a porcentagem de proteína (6, 24).

Pelos coeficientes de correlação determinados verifica-se que os teores de certos aminoácidos na proteína diminuíram com o aumento da porcentagem de proteína nos grãos, tais como: glicina, lisina e triptofano, em Mococa e arginina e fenilalanina, em Campinas, enquanto o teor de prolina cresceu com o aumento de proteína nos grãos, em Campinas. Estes resultados concordam com os relatados por Sauberlich e outros (22), sendo conflitante apenas para fenilalanina.

Para os demais aminoácidos, não foram obtidos coeficientes de correlação significativos, indicando que seus teores permaneceram relativamente constantes na fração protéica.

3.4.4 — ÁCIDOS GRAXOS E ÓLEO

As correlações entre qualidade e teor de óleo revelaram que o aumento de óleo nos grãos resultou em teores mais baixos de ácido linoléico, em Mococa, e mais altos de ácido esteárico, em Campinas. A correlação negativa com a porcentagem de ácido linoléico já foi observada por Curtis e outros (5), que analisaram sementes de linhagens de milho com porcentagens variáveis de óleo. Obtiveram, ainda, uma correlação positiva de óleo com ácido oléico e negativa com ácido palmítico.

4 — CONCLUSÕES

Houve efeito significativo da adubação e localidade na produção e na composição química das folhas e dos grãos. O sulfato de amônio e o superfosfato provocaram sempre aumento da produção e o cloreto de potássio somente em Mococa, havendo maiores respostas à adubação fosfatada. Nesta localidade, os níveis de adubação nitrogenada, os teores de cada um dos nutrientes N, S, P, Mn, Cu, Zn na folha +4 e a produção mostraram-se positivamente correlacionados com o teor de proteína e negativamente correlacionados com o teor de amido dos grãos. Todos esses nutrientes aumentaram com a aplicação de sulfato de amônio. A adubação fosfatada e P nas folhas correlacionaram positivamente com o teor de óleo das sementes. A adubação potássica e K nas folhas estiveram correlacionados positivamente com óleo e negativamente com ácido linoléico. Óleo e ácido linoléico mostraram-se negativamente correlacionados. Houve tendência de a adubação potássica baixar o teor de amido, o que foi evidenciado pelas correlações negativas obtidas entre os teores de K e Cl nas folhas e amido nos grãos.

Nas duas localidades, observaram-se as seguintes correlações entre elementos na folha e no grão: S-N, Mo-Fe, positivas, e Fe-P e Al-P, negativas.

Os teores de glicina, lisina e triptofano na fração protéica dos grãos decresceram com o aumento de proteína, em Mococa, enquanto houve acréscimo de prolina e decréscimo de fenilalanina e arginina, em Campinas.

Produção e teor de P nas folhas correlacionaram positivamente com a porcentagem de óleo em ambas as localidades. O teor e a qualidade do óleo foram afetados pela localidade. Sementes com maior teor de óleo apresentaram maior teor dos ácidos oléico, palmítico e esteárico e menor teor de ácido linoléico.

EFFECT OF FERTILIZER ON CHEMICAL COMPOSITION OF KERNELS, LEAVES AND YIELD OF A CORN HYBRID

SUMMARY

Data of a continuous fertilization yield trial were analysed in two locations in 1972-73, to study the effect of continuous annual application of ammonium sulphate, simple superphosphate and potassium chloride on yield and composition of kernels. The foliar chemical analysis was utilized to determine the plant response to the fertilizer application.

Data showed a significant effect of local conditions on the yield and composition of plant material. Ammonium sulphate and superphosphate increased yield in both locations whereas potassium chloride was a factor only in Mococa.

Phosphate application was the main factor to explain yield in any condition. In Mococa the nitrogen dosage, the contents of N, S, P, Mn, Cu, Zn in the leaf +4 and yield were positively correlated with protein and negatively associated with starch percentage of the seed. All the above cited nutrients increased with ammonium sulphate application. Both phosphate fertilizer and P in leaves correlated positively with seed oil content. Potassium fertilizer and K in leaves were positively correlated with percent oil and negatively associated with linoleic acid. Total oil content and linoleic acid showed negative correlation. There was a tendency for potassium fertilizer decrease starch in the grain. This was evidenced by negative correlation between K and C1 in the leaves and kernel starch.

Both locations showed significant correlation between same leaf and grain elements. Sulphur and N, Mo-Fe were positive whereas Fe-P and Al-P showed negative values.

The amino acids glycine, lysine, and tryptophan in the protein fraction of the seed were negatively associated with crude protein content in Mococa, while there was an increase of proline followed by reduction of phenylalanine and arginine in Campinas.

Yield and P in the leaf correlated positively with oil content in both places. Both oil content and fatty acid composition were affected by location. High oil content seeds revealed higher levels of oleic, palmitic, stearic, and lower linoleic acid content.

LITERATURA CITADA

1. ANGELUCCI, E. Carbohidratos: In: IV Curso de Análise Química de Alimentos. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1972. 112p. (Mimeografado)
2. CATANI, R. A. & GALLO, J. R. Efeitos determinados no solo pelo uso contínuo de fertilizantes. *Bragantia* 13:75-83, 1954.
3. COIC, Y.; FAUCONNEAU, G.; PION, R.; BUSSON, F.; LESAIN, C. & LABONNE, F. Influence de l'alimentation minérale sur la composition des protides des graines de céréales (blé et orge). *Ann. Physiol. vég.* 5:281-292, 1963.
4. CONCON, J. M. & SOLTESS, D. Rapid micro Kjeldahl digestion of cereal grains and other biological materials. *Anal. Biochem.* 53:35-41, 1973.
5. CURTIS, P. E.; LENG, E. R. & HAGEMAN, R. H. Developmental changes in oil and fatty acid content of maize strains varying in oil content. *Crop Sci.* 8:689-693, 1968.
6. DRAPER, S. R. A model of lysine deposition in cereal grains. *J. agric. Sci., Camb.* 85:381-393, 1975.
7. EMMERT, F. H. The bearing of ion interactions on tissue analysis results. In: Reuther, W., ed. *Plant analysis and fertilizer problems.* Washington 6, D. C., American Institute of Biological Sciences, 1961, p.231-243.
8. FURLANI, A. M. C.; HIROCE, R.; TEIXEIRA, J. P. F.; GALLO, J. R. & MIRANDA FILHO, H. Efeitos da aplicação de doses crescentes de cloreto e de sulfato de potássio na nutrição e produção da batatinha (*Solanum tuberosum* 'Bintje'). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 28., Brasília, 1976.
9. GALLO, J. R. & COELHO, F. A. S. Diagnose da nutrição nitrogenada do milho, pela análise química das folhas. *Bragantia* 22:537-548. 1963.

10. GALLO, J. R.; IGUE, T.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C. & MIRANDA, L. E. C. Influência do uso contínuo de fertilizantes na nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.) híbrido IAC Hmd/6999B. Campinas, CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., 1975, p. 245-254. Anais.
11. GEHRKE, C. W.; WALL, L. L. & ABSHEER, J. S. Automated nitrogen method for feeds. *J. AOAC* 56:1096-1105, 1973.
12. GENTER, C. F.; EHEART, J. F. & LINKOUS, W. N. Effects of location, hybrid, fertilizer, and rate of planting on the oil and protein contents of corn grain. *Agron. J.* 48:63-67, 1956.
13. GORSLINE, G. W.; THOMAS, W. I. & BAKER, D. E. Inheritance of P, K, Mg, Cu, B, Zn, Mn, Al and Fe concentrations by corn (*Zea mays* L.) leaves and grain. *Crop Sci.* 4:207-210, 1964.
14. GOUNY, P. Observaciones sobre el comportamiento del vegetal em presencia de iones de cloro. *Revista de la Potasa, Sección 3*, 45.^a continuación, n.º 5, 1973. 14p.
15. HAMMARSTRAND, K. Gas chromatographic analyses of fatty acids. California, USA, Varian Aerograph, 1966. 24p.
16. JELLUM, M. D. & MARION, J. E. Factors affecting oil content and oil composition of corn (*Zea mays* L.) grain. *Crop. Sci.* 6:41-42, 1966.
17. ———; BOSWELL, F. C. & YOUNG, C. T. Nitrogen and boron effects on protein and oil of corn grain. *Agron. J.* 65:330-331, 1973.
18. LOUSTALOT, A. J.; GILBERT, S. G. & DROSDOFF, M. The effects of nitrogen and potassium levels in tung seedlings on growth, apparent photosynthesis, and carbohydrate composition. *Plant Physiol.* 25:394-412, 1950.
19. MACGREGOR, J. M.; TASKOVITCH, L. T. & MARTIN, W. P. Effect of nitrogen fertilizer and soil type on the amino acid content of corn grain. *Agron. J.* 53:211-214, 1961.
20. PATRICK, R. M.; HOSKINS, F. H.; WILSON, E. & PETERSON, F. J. Protein and amino acid content of rice as affected by application of nitrogen fertilizer. *Cereal Chem.* 51:84-95, 1974.
21. PERKIN-ELMER. Instruction manual for ligand method by single sequential system with Model KLA-3B Amino Acid Analyzer. Norwalk, Connecticut, USA, 1971.
22. SAUBERLICH, H. E.; CHANG, WAN-YUIN & SALMON, W. D. The amino acid and protein content of corn as related to variety and nitrogen fertilization. *J. of Nutrition* 51:241-250, 1953.
23. VILLEGAS, F. & MERTZ, E. T. Chemical screening for protein maize quality at CIMMYT. México, CIMMYT, 1971. 14p. (Research Bull 20)
24. WOODHAM, A. A.; SAVIC, S. & HEPBURN, W. R. Evaluation of barley as a source of protein for chicks. I. Variety and nitrogen application in relation to protein content and amino-acid composition of the seed. *J. Sci. Fd Agric.* 23:1045-1054, 1972.