

ACUMULAÇÃO DIFERENCIAL DE NUTRIENTES POR CINCO CULTIVARES DE MILHO (*Zea mays* L.). I – ACUMULAÇÃO DE MACRONUTRIENTES*

A.G. DE ANDRADE**
H.P. HAAG***
G.D. DE OLIVEIRA***
J.R. SARRUGE***

RESUMO

No presente trabalho, os autores apresentam os resultados de um ensaio de campo empregando os cultivares Agrocerec 256, Agrocerec 504, Centralmex, H-7974 e Piranão no sentido de aquilatar diferenças no crescimento, produção e acumulação e exportação de nutrientes. O ensaio foi conduzido num regossol de fertilidade mediana, exceto em relação ao K que é baixo, situado no Município de Piracicaba, SP. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 4 repetições. Foram seguidas as práticas culturais comuns, e a adubação constituiu de 83 g da fórmula 30-120-70 por metro linear por ocasião do plantio e 33 g por metro linear da fórmula 50-0-4, em cobertura 22 dias após a germinação. Plantas foram coletadas a partir dos 20 dias após a germinação, em intervalos de 20 dias até os 120 dias. As plantas foram divididas em “colmo + folhas”, pendão e espiga e analisadas para N, P, K, Ca, Mg e S. Concluíram os autores que diferenças entre cultivares na acumulação de matéria seca na parte vegetativa não se traduzem, necessariamente, por um aumento de peso da matéria seca na espiga. Os cultivares atingem o máximo da quantidade de nutrientes nas seguintes épocas, em dias: N (89-100); P (101-120); K (58-66); Ca (74-94); Mg (100-120); S (93-95). Verificaram, ainda, que as quantidades máximas extraídas em mg/planta são: N (3169-3878); P (541-642); K (3850-4693); Ca (582-782); Mg (654-943); S (444-799). Finalmente a exportação de nutrientes nas espigas por hectare (50.000 plantas) colhidas é: N (111-143 kg); P (22-30 kg); Ca (0,7-1,1 kg); Mg (10-12 kg); S (9-13 kg).

INTRODUÇÃO

O milho é uma das plantas mais estudadas do ponto de vista nutricional, provavelmente pela sua importância na alimentação humana, ciclo relativamente curto e pela quantidade de conhecimento já existente. No entanto, a maior parte dos estudos são feitos em países de clima temperado, e nem sempre podem ser extrapolados para as condições tropicais (KRUG, 1966).

* Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de MESTRE pela E.S.A. “Luiz de Queiroz”, USP. Suporte financeiro da EMBRAPA, Brasília-DF. Entregue para publicação em 22/7/1975.

** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

*** E.S.A. “Luiz de Queiroz”, USP – Depto. de Química, Piracicaba-SP.

Segundo NELSON (1956), foi Hornberger, em 1822, quem estudou pela primeira vez a acumulação de materiais orgânicos e inorgânicos durante o desenvolvimento da planta. BUCKNER (1915), menciona, que 2/3 dos elementos minerais localizados na semente são translocados para o "seedling", e dão para sustentá-lo até cerca de 23 dias após a emergência.

No entanto, o primeiro trabalho expressivo sobre a acumulação e distribuição de matéria seca e nutrientes em relação à idade da planta, foi realizado por SAYRE (1948), que estudou estes parâmetros, durante 3 ciclos da cultura, no híbrido duplo K35. As principais conclusões por ele apresentadas são: a) o crescimento do milho é função linear do tempo; b) a curva do peso da matéria seca da planta inteira é ligeiramente sigmóide; c) a acumulação do nitrogênio cresce nos tecidos verdes, e depois há uma intensa translocação para os grãos. Aproximadamente aos três meses, cessa a absorção, cujo máximo ocorre no "embonecamento"; d) o fósforo apresenta a mesma característica do nitrogênio, sendo que pode haver perda depois dos três meses; e) o potássio aumenta até os três meses, e a partir daí começa a cair, sendo que o máximo de absorção se dá três semanas após a floração.

Esse mesmo autor (SAYRE, 1955), fez uma série de estudos sobre a absorção de nutrientes pelo milho, que se tornaram clássicos.

A acumulação de matéria seca já fora estudada por BAIR (1942), citado em NELSON (1956), que a descreve como uma curva sigmóide característica. É vagarosa após a emergência, e acelera rapidamente até os 40 a 50 dias. Nos próximos 50 a 60 dias esta taxa é uniforme, caindo durante a maturação.

Em trabalhos mais recente, ADELANA & MILBOURN (1972), estudaram a partição da matéria seca entre as diversas partes da planta nos híbridos K75A, Anjou-210 e K33, verificando que a taxa de crescimento aumenta em todos os híbridos até o penoamento (13 semanas), e nesta época, há uma abrupta queda da taxa de assimilação líquida. O peso da matéria seca do colmo só atingiu o máximo 20 semanas após o plantio, sendo que no final do ciclo ele conta 48%, 38% e 35% do peso total da planta, respectivamente em K75A, Anjou-210 e K33.

Esse aspecto foi estudado no Brasil por KOLLER & MUNSTOCK (1972), que observaram a taxa de acumulação de matéria seca na planta, entre o aparecimento da espiga e a maturação fisiológica, em seis híbridos comerciais; verificando que, embora os híbridos tardios acumulem matéria seca no grão por espaço de tempo, os híbridos precoces têm maior taxa de translocação dos materiais sintetizados nas folhas para os grãos, o que resulta em maior produção.

Os dados apresentados a seguir mostram a distribuição dos nutrientes no pé de milho no fim do ciclo, segundo SAYRE (1948).

Parte da planta	Elemento		
	N	P (kg/ha)	K
Colmo	20	5	40
Folhas	25	3	25
Palha	5	1	10
Grãos	90	20	20
Sabugo	5	1	5
TOTAL	145	30	100

Para o milho bem adubado, a colheita das espigas, corresponde aproximadamente à metade do peso da planta toda. Isto foi mostrado por ROBERTSON et al. (1968), que ainda demonstraram a correlação entre a absorção de nutrientes e a produção de grãos. Para o nitrogênio, esta relação é cerca de $2,27 \times 10^{-2}$ (kg de N/kg de grãos), para o fósforo, $5,0 \times 10^{-3}$, e para o potássio, $1,85 \times 10^{-2}$, o que indica que, para produzir 10 toneladas de grãos por ha, o milho necessitará de 227 kg de N, 50 kg de P e 185 kg de K.

BRADFORD et al. (1966), estudaram a interação híbrido x adubação, verificando que esta não é significativa para o peso de matéria seca. O tratamento com calcário dolomítico aumentou a quantidade de Mg acumulada por todos os híbridos, de forma idêntica.

HANWAY & RUSSEL (1969), estudaram a acumulação de matéria seca em 11 híbridos, nos sucessivos estágios de crescimento, verificando que não havia diferenças significativas até o aparecimento da 10ª folha. A partir daí, a taxa de crescimento é diferente, e em determinados híbridos a inflorescência feminina aparece mais cedo. Neste mesmo estudo, verificaram que o efeito do aumento da população na produção de grãos é diferente para os híbridos, variando de -810 a +1720 kg/ha.

Um trabalho interessante foi desenvolvido por LOUÉ (1963), que comparou as exigências de N, P, K em ensaios adubação x variedade. As suas conclusões principais foram: a) as diferenças de acumulação entre variedades começam a aparecer desde a época de formação da panícula; b) a alimentação hídrica tem papel mais importante no aumento de produção que os nutrientes sozinhos; c) os híbridos mais produtivos apresentam evapotranspiração de 15 a 25% maior que os menos produtivos; d) as diferenças entre híbridos no conteúdo de nutrientes é menor que entre ensaios, para o N e P, enquanto para o K esta diferença é mais ou menos a mesma; isto é, o local tem maior influência que o cultivar; e) as variedades mais produtivas apresentam maior exigência em nutrientes minerais, pois o aumento de produção é baseado em uma maior acumulação de substâncias orgânicas nas partes vegetativas, que por sua vez está relacionado com a disponibilidade de nutrientes.

O modo e época de aplicação do nitrogênio tem influência na marcha de absorção deste nutriente, na acumulação de matéria seca nas partes vegetativas e, principalmente, nos grãos. A aplicação tardia deste nutriente aumenta o tempo de enchimento do grão, mas, provavelmente diminui a área foliar, dando uma menor taxa de acumulação relativa (NEPTUNE, 1966).

Pelo observado, há realmente diferenças nas características fisiológicas das linhagens puras. Entre estas, as diferenças na absorção d'água e nutrientes, têm importância fundamental para o melhoramento genético deste cereal.

O presente trabalho tem a finalidade de aquilatar diferenças na acumulação dos macronutrientes e outros parâmetros vinculados, entre os cultivares: Agrocere 256, Agrocere 504, Centralmex, H-7974 e Piranão.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os seguintes cultivares de milho (*Zea mays* L.): Agrocere 256, Agrocere 504, Centralmex, H-7974 e Piranão. O experimento foi conduzido no Município de Piracicaba, num solo classificado como Regossol, série Sertãozinho (RANZANI, 1956), de média fertilidade, exceto em relação ao teor de K que é baixo.

Foram seguidas as práticas culturais comuns e a adubação consistiu de 83 g da fórmula 30-120-70, por metro linear no plantio, e 33 g/metro linear da fórmula 50-0-40, em cobertura, 22 dias após germinação.

A população de plantas foi de 50.000 por hectare.

Plantas foram coletadas a partir dos 20 dias após a germinação, em intervalos de 20 dias, até aos 120 dias. As plantas colhidas foram divididas em "colmo + folhas", pendão e espiga, e analisadas quimicamente para N, P, K, Ca, Mg e S seguidos os métodos descritos em SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

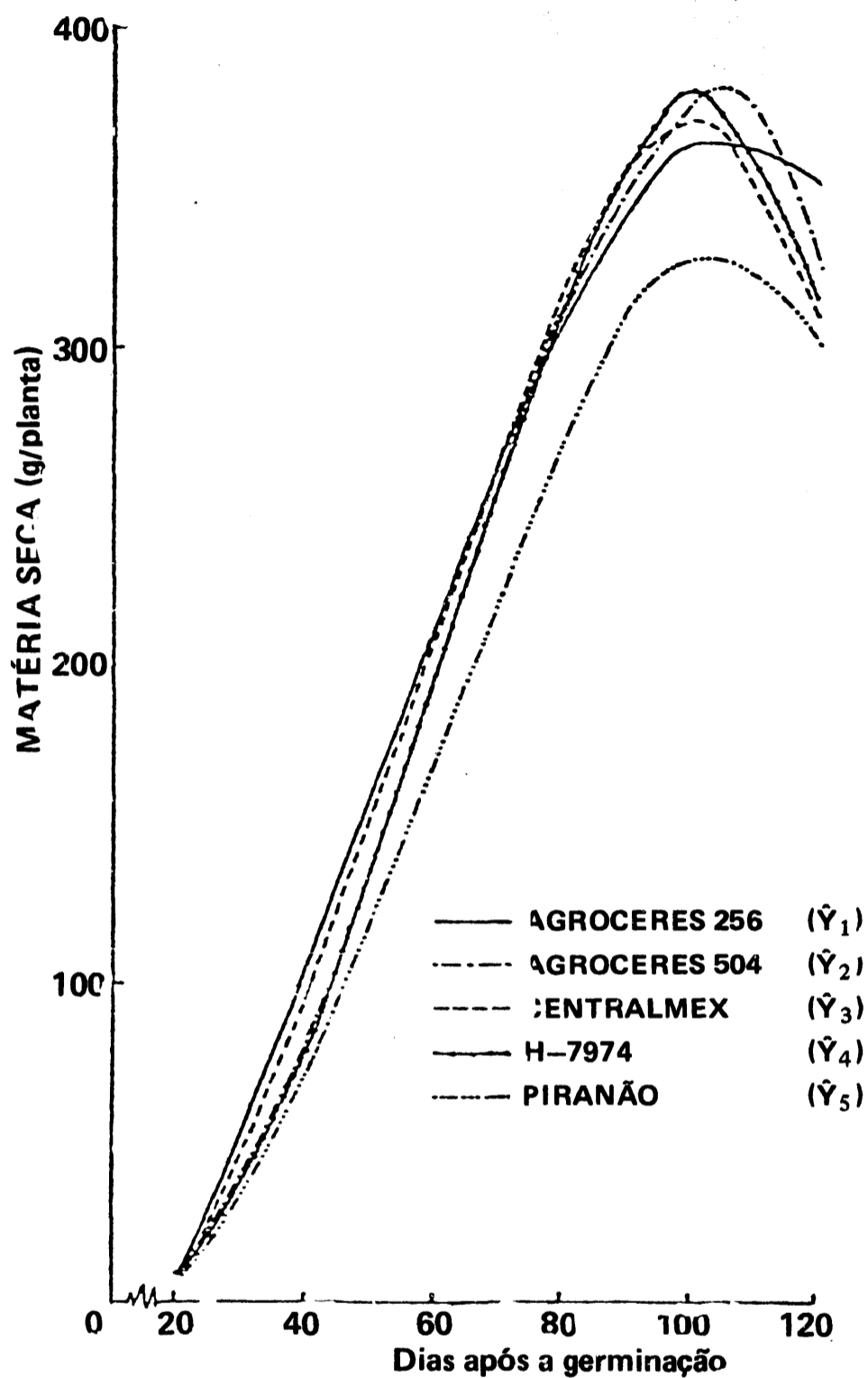
Os dados sobre o crescimento das plantas, expresso pela acumulação de matéria seca nos cultivares, acham-se no Quadro 1. Para uma melhor visualização foi também estimada a produção de matéria seca em kg/ha.

Pelos valores de F em cada época de amostragem, verificou-se diferenças significativas entre cultivares, ao nível de 5% de probabilidade, apenas em determinadas épocas e órgãos. Aos 40, 80 e 100 dias observou-se diferenças na quantidade de matéria seca na parte vegetativa "colmo + folhas", e aos 100 e 120 dias para os pendões. Para as espigas não houve diferença significativa.

Apesar das diferenças encontradas na parte vegetativa, estas não tiveram tendência a se refletir no peso total da planta, indicando que as diferenças entre os cultivares, provavelmente se deveram ao estágio vegetativo destes, o que provocou diferenças na partição da matéria seca; e não a diferenças absolutas entre elas.

QUADRO 1 - Produção de matéria seca em g/planta e kg/ha em função da idade das plantas dos cultivares.

Cultivar	Órgão	Idade do cultivar em dias após germinação																								
		20			40			60			80			100			120									
		g/pl.	kg/ha*	g/pl.	kg/ha*	g/pl.	kg/ha*	g/pl.	kg/ha*	g/pl.	kg/ha*	g/pl.	kg/ha*	g/pl.	kg/ha*	g/pl.	kg/ha*	g/pl.	kg/ha*							
Agrocerees 256	colmo + folhas	5,2	260	99,8	4990	174,2	8710	195,0	9750	142,9	7145	145,3	7265	colmo + folhas	5,2	260	99,8	4990	174,2	8710	195,0	9750	142,9	7145	145,3	7265
	pendão					16,0	800	8,2	410	5,2	265	6,9	345	pendão					16,0	800	8,2	410	5,2	265	6,9	345
	espiga					12,5	625	133,8	6690	193,3	9665	199,8	9990	espiga					12,5	625	133,8	6690	193,3	9665	199,8	9990
	Total	5,2	260	99,8	4990	202,7	10135	337,0	16850	341,4	17070	352,0	17600	Total	5,2	260	99,8	4990	202,7	10135	337,0	16850	341,4	17070	352,0	17600
Agrocerees 504	colmo + folhas	6,0	300	76,2	3810	164,3	8215	202,5	10125	185,1	9255	152,0	7600	colmo + folhas	6,0	300	76,2	3810	164,3	8215	202,5	10125	185,1	9255	152,0	7600
	pendão					10,0	500	5,8	290	4,6	230	4,1	205	pendão					10,0	500	5,8	290	4,6	230	4,1	205
	espiga					7,4	370	119,3	5965	177,2	5860	170,6	8530	espiga					7,4	370	119,3	5965	177,2	5860	170,6	8530
	Total	6,0	300	76,2	3810	181,7	9085	327,6	16380	338,6	16930	326,7	16335	Total	6,0	300	76,2	3810	181,7	9085	327,6	16380	338,6	16930	326,7	16335
Centralmex	colmo + folhas	5,7	285	62,6	4130	178,0	8900	235,4	11770	172,1	8605	125,9	6295	colmo + folhas	5,7	285	62,6	4130	178,0	8900	235,4	11770	172,1	8605	125,9	6295
	pendão					11,2	560	7,3	365	5,3	265	4,4	220	pendão					11,2	560	7,3	365	5,3	265	4,4	220
	espiga					7,6	380	111,4	5570	161,2	8060	186,8	9340	espiga					7,6	380	111,4	5570	161,2	8060	186,8	9340
	Total	5,7	285	82,6	4130	196,8	9840	354,1	17705	338,6	16930	317,1	15855	Total	5,7	285	82,6	4130	196,8	9840	354,1	17705	338,6	16930	317,1	15855
H-7974	colmo + folhas	6,5	325	78,2	3910	155,3	7765	218,0	10900	181,9	9095	132,0	6600	colmo + folhas	6,5	325	78,2	3910	155,3	7765	218,0	10900	181,9	9095	132,0	6600
	pendão					11,8	590	6,8	340	5,1	255	5,1	255	pendão					11,8	590	6,8	340	5,1	255	5,1	255
	espiga					5,6	280	117,2	5860	180,6	9030	181,4	9070	espiga					5,6	280	117,2	5860	180,6	9030	181,4	9070
	Total	6,5	325	78,2	3910	172,7	8635	342,0	17100	367,6	18380	318,5	15925	Total	6,5	325	78,2	3910	172,7	8635	342,0	17100	367,6	18380	318,5	15925
Piranão	colmo + folhas	5,7	285	60,9	3045	151,0	7550	171,0	8550	126,9	6345	123,4	6170	colmo + folhas	5,7	285	60,9	3045	151,0	7550	171,0	8550	126,9	6345	123,4	6170
	pendão					9,0	450	6,4	320	4,1	205	4,2	210	pendão					9,0	450	6,4	320	4,1	205	4,2	210
	espiga					4,8	240	129,0	6450	164,0	8200	183,7	9185	espiga					4,8	240	129,0	6450	164,0	8200	183,7	9185
	Total	5,7	285	60,9	3045	164,8	8240	306,4	15320	295,0	14750	311,3	15565	Total	5,7	285	60,9	3045	164,8	8240	306,4	15320	295,0	14750	311,3	15565
* Calculado à base de 50.000 plantas/ha.																										
F.	colmo + folhas	1,02		3,30*		0,50		4,24*		4,88*		1,73	colmo + folhas	1,02		3,30*		0,50		4,24*		4,88*		1,73		
	pendão					2,86		0,93		3,49*		3,59*	pendão					2,86		0,93		3,49*		3,59*		
	espiga					1,34		0,48		1,12		0,49	espiga					1,34		0,48		1,12		0,49		
	Total					0,81		0,71		2,02		0,91	Total					0,81		0,71		2,02		0,91		
D.M.S. (Tukey) (5%)	colmo + folhas	n.s.		34,7		n.s.		53,1		52,3*		1,5	colmo + folhas	n.s.		34,7		n.s.		53,1		52,3*		1,5		
	pendão					n.s.		n.s.		1,2		1,8	pendão					n.s.		n.s.		1,2		1,8		
	espiga					n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	espiga					n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		
	Total					n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	Total					n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		
C.V.%	colmo + folhas	16,67		19,33		20,01		11,51		14,33		13,91	colmo + folhas	16,67		19,33		20,01		11,51		14,33		13,91		
	pendão					27,31		27,31		11,28		24,90	pendão					27,31		27,31		11,28		24,90		
	espiga					68,10		21,52		14,06		16,23	espiga					68,10		21,52		14,06		16,23		
	Total	16,67		19,33		18,86		12,72		12,19		10,44	Total	16,67		19,33		18,86		12,72		12,19		10,44		



$$\hat{Y}_1 = -55,63 + 1,46 X + 0,085 X^2 - 0,00058 X^3 \quad (r^2 = 0,94)$$

$$\hat{Y}_2 = 52,50 - 5,03 X + 0,21 X^2 - 0,00117 X^3 \quad (r^2 = 0,96)$$

$$\hat{Y}_3 = 0,582 - 2,80 X + 0,165 X^2 - 0,0010 X^3 \quad (r^2 = 0,94)$$

$$\hat{Y}_4 = 74,64 - 7,57 X + 0,239 X^2 - 0,0013 X^3 \quad (r^2 = 0,96)$$

$$\hat{Y}_5 = 2,66 - 2,48 X + 0,135 X^2 - 0,00079 X^3 \quad (r^2 = 0,94)$$

Figura 1 — Curvas de regressão da quantidade de matéria seca (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

A expressão matemática do crescimento foi obtida através da análise de regressão. A escolha da curva recaiu sobre aquela de maior grau, até o 4º grau, cujo componente mais elevado foi significativo. As curvas correspondentes constam da Figura 1, na qual se observa que o crescimento dos cultivares utilizados obedeceu equações do 3º grau.

Para estimar o ponto em que, teoricamente, os cultivares apresentaram uma quantidade máxima de matéria seca (Ponto de Máximo), foram obtidas as raízes da equação diferencial de 1ª ordem. Este valor, substituído na equação principal, deu o valor máximo calculado de matéria seca por planta.

O ponto de inflexão, isto é, a idade em que, teoricamente, a taxa de acumulação é máxima, foi obtido pela resolução da diferencial de 2ª ordem (somente para as equações de 3º e 4º graus). Esses dados são apresentados a seguir:

Cultivar	Ponto de máximo (dias)	Quantidade máxima (g/planta)	Ponto de inflexão (dias)
Agrocerec 256	106	363,4	49
Agrocerec 504	103	380,8	60
Centralmex	101	370,6	55
H-7974	100	381,0	60
Piranão	105	327,0	57

Como se nota na Figura 1, a partir dos 40 dias os milhos de porte normal tiveram uma maior taxa de acumulação de matéria seca que o Piranão, e a quantidade máxima naqueles foi ligeiramente maior. Contudo, a diferença residiu na parte vegetativa, provavelmente devido à diminuição dos internódios causada pelo gene braquíptico (PATERNIANI, 1973), o que provocaria uma diminuição da quantidade de matéria seca no colmo.

O cultivar Agrocerec 256 atingiu o seu ponto de inflexão mais cedo que os outros, o que indica precocidade, embora o seu ponto de máximo fosse o mais tardio.

Como citam, SAYRE (1948), NELSON (1956) e HANWAY (1962a), a acumulação de matéria seca na planta de milho segue uma curva sigmóide, sendo que entre os 40 e 100 dias ela é linear. No presente trabalho, verificou-se um acúmulo de cerca de 250 a 300 kg/ha de matéria seca por dia durante esta fase.

SAYRE (1948, 1955) e HANWAY (1962a), mostraram que a quantidade máxima de matéria seca deve ocorrer na maturação fisiológica. Após esta época se indica a degenerescência dos tecidos da planta. Assumindo que esta assertiva é verdadeira, os cultivares estudados devem ter sua maturação fisiológica completada em torno dos 110 dias após a emergência. Após esta idade, começou a decrescer o peso total da planta, provavelmente devido a queda de folhas senescentes, fenômeno também observado por LOUÉ (1963), em ensaio não irrigado. Para contornar este problema, HANWAY (1962a), considerou como peso da matéria seca aos 120 dias, aquela apresentado aos 100, acrescido da diferença no peso dos grãos aos 120 de 100 dias.

O resultado obtido no presente ensaio concorda, dentro dos limites impostos pelas condições de solo, adubação, clima e cultivares empregados, com os apresentados por

SAYRE (1948, 1955); HANWAY (1962a); LOUÉ (1963); NEPTUNE (1966); BRADFORD et al. (1966); KOLLER & MUNSTOCK (1972); ADELANA & MILBOURN (1972), valendo salientar, que a irregularidade da precipitação durante o ciclo vegetativo, deve ter influenciado no comportamento das plantas, pois este é um dos principais fatores envolvidos na produção de matéria seca (VIETS, 1962; HANWAY, 1967).

De um modo geral, dentro das limitações impostas pelas condições, pode-se afirmar que cultivares com produções semelhantes, como neste caso, devem acumular matéria seca em quantidades similares, embora os milhos de porte anão tenham tendência a apresentar uma maior relação grão/matéria seca total. Isto também foi verificado, para os cultivares de porte normal: Centralmex, HV e H-6999-b, por BARRIGA BEZANILLA (1971), e para o Piranão por LEITE & PATERNIANI (1973); também, ROBERTSON et al. (1968), observaram que a relação grão/matéria seca total varia com o híbrido, e com as condições de clima de fertilização.

Acumulação de macronutrientes

Os resultados obtidos relativos a percentagem e quantidade de macronutrientes nos cinco cultivares estão contidos nos Quadros 2 a 7.

Pode-se afirmar que, de um modo geral, a quantidade e percentagem desses nutrientes abrange a faixa observada para outros cultivares já pesquisados.

Para o N, P e K, praticamente só encontrou-se diferenças entre cultivares aos 40 dias. Nesta época, os cultivares que apresentavam maior quantidade de matéria seca, também possuíam maior quantidade destes nutrientes. Este comportamento é normal, porquanto vários pesquisadores já mostraram que, a não ser em casos específicos, a produção de matéria seca depende, em grande parte, da quantidade de nutrientes presentes, especialmente N, P e K (HANWAY, 1962a; ASHBURN, 1971; PEASLEE et al., 1971; DYNARD et al., 1971; VOSE, 1963).

Os cultivares atingiram o máximo da quantidade de P ao mesmo tempo que o de matéria seca, quando deve ter ocorrido a maturação fisiológica. O máximo de N, cerca de 6 a 8 dias antes, e o máximo de K, em torno da época do pendoamento.

Durante o amadurecimento dos órgãos vegetativos houve perda considerável do K, provavelmente devido à lavagem do íon e degenerescência de células e tecidos (SAYRE, 1955; LOUÉ, 1963; PESEK, 1968; LIEBHARDT, 1968; EPSTEIN, 1972; MALAVOLTA et al., 1974).

Os macronutrientes absorvidos predominantemente como cátions ou ânions divalentes, apresentaram maiores diferenças de acumulação entre cultivares, sendo que estas diferenças só se manifestaram após o pendoamento, na época de maior acumulação destes nutrientes.

Verificou-se que os cultivares estudados diferiram em relação a absorção de Ca, Mg e S, bem como, nas relações Ca + Mg/K e Ca + Mg/S; fatos para os quais já foi demonstrada a ação do controle genético (GORSLINE et al., 1961; BAKER et al., 1966; BAKER et al., 1967; VOSE, 1963; JENNE et al., 1958; BARBER, 1968; MENGEL, 1968; GORSLINE et al., 1964; BRADFORD et al., 1966; NELSON, 1968).

Comparando-se o cultivar Agrocere 504 (opaco-2) com os demais, verificou-se que o mesmo absorveu menos Ca e Mg e mais S que aqueles, fato este que deve ser melhor estudado. Não se pode afirmar que o gene o_2 acarretou este comportamento, devido à falta de informações sobre o assunto.

Do mesmo modo que a produção de grãos varia bastante entre plantas individualmente (DUNCAN, 1967), a absorção de macronutrientes também sofre variações acentuadas. Assim, é provável que o número de amostras tenha sido muito reduzido para estabelecer diferenças, porventura existentes entre cultivares.

As diferenças de acumulação de macronutrientes entre cultivares se restringiram, em sua maior parte, à parte vegetativa, mostrando que, pelo menos em parte, deve estar associada ao sistema de distribuição dos nutrientes na planta (EPSTEIN & JEFFERIES, 1964; EPSTEIN, 1972; FERRARI & RENOSTO, 1972).

Nitrogênio

Os dados analíticos referentes à acumulação e percentagem de nitrogênio nos cultivares acham-se no Quadro 2. O teste de F mostrou diferenças significativas entre cultivares, em relação à parte vegetativa, aos 40 e 60 dias. Os pendões e espigas não apresentaram diferenças.

Pela comparação das médias aos 40 dias, verificou-se que as diferenças observadas, são entre os cultivares Agrocere 256 e Piranão. O primeiro, além da maior quantidade de matéria seca também apresentou maior percentagem de N, o que resultou em maior quantidade de N na planta.

A análise da regressão mostrou que a acumulação de N nos cultivares pode ser calculada por equações do 2º grau. Isto indica que não há aceleração da acumulação até um ponto de inflexão, como no caso da matéria seca. As curvas e as equações correspondentes acham-se na Figura 2. Os coeficientes de determinação das curvas (r^2), embora sejam altos, são menores que os observados para a matéria seca.

Os pontos de máximo calculados e as quantidades máximas para cada cultivar, são apresentados a seguir:

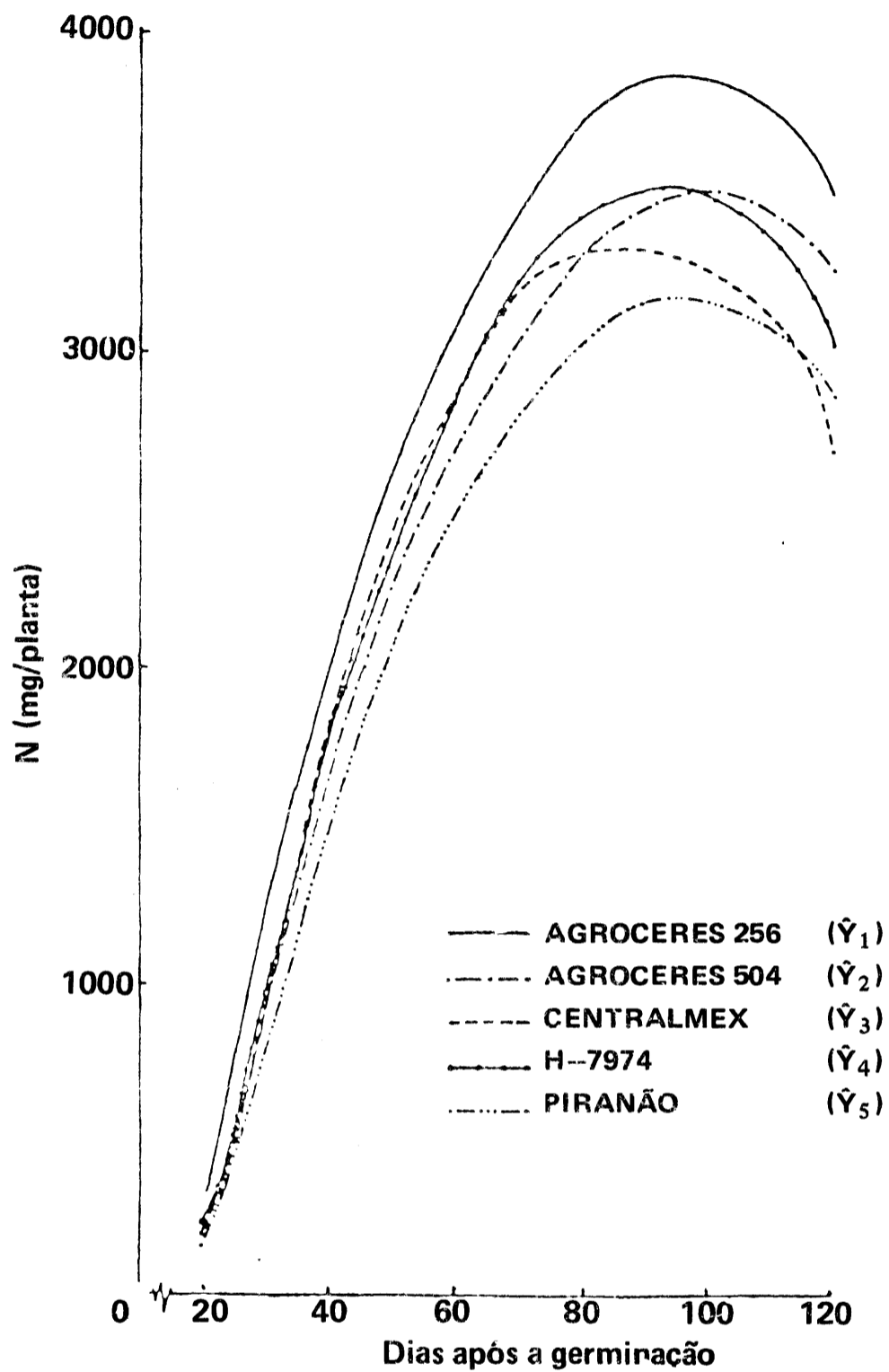
Cultivar	Ponto de máximo (dias)	Quantidade máxima (mg/planta)
Agrocere 256	95	3878
Agrocere 504	100	3507
Centralmex	89	3354
H-7974	92	3526
Piranão	96	3169

QUADRO 2 – Teor porcentual e quantidade de nitrogênio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento.

Cultivar	Órgão	Idade do cultivar em dias após a germinação											
		20		40		60		80		100		120	
		%	mg N	%	mg N	%	mg N	%	mg N	%	mg N	%	mg N
Agroceres 256	colmo + folhas	4,26	217	2,30	2280	1,37	2327	1,07	2070	0,56	810	0,54	780
	pendão					2,16	340	1,12	60	0,90	50	1,04	70
	espiga			1,93	270	1,32	1760	1,36	2650	1,42	2830	1,42	2830
	Total		217		2280		2990		3890		3510		3680
Agroceres 504	colmo + folhas	4,04	239	2,18	1668	1,30	2130	1,04	2060	0,68	1280	0,59	870
	pendão					1,78	210	0,89	50	0,96	40	0,89	40
	espiga			1,47	130	1,15	1380	1,20	2130	1,38	2360	1,38	2360
	Total		239		1668		2470		3530		3450		3270
Centralmex	colmo + folhas	4,09	234	2,21	1614	1,24	2230	0,89	2100	0,57	990	0,46	580
	pendão					2,09	240	1,08	80	0,79	40	0,84	40
	espiga			2,22	210	1,28	1420	1,20	1950	1,20	1950	1,16	2160
	Total		234		1614		2680		3600		2980		2780
H-7974	colmo + folhas	4,10	266	2,08	1619	1,40	2230	1,02	2230	0,53	960	0,52	700
	pendão					2,61	310	1,20	80	0,99	50	0,87	40
	espiga			2,35	130	1,22	1430	1,32	2390	1,32	2390	1,24	2260
	Total		266		1619		2680		3740		3400		3010
Piranão	colmo + folhas	4,00	228	2,07	1226	1,48	2220	1,09	1860	0,73	930	0,56	660
	pendão					2,14	190	1,17	80	0,77	30	0,89	40
	espiga			1,12	50	1,07	1410	1,25	2030	1,25	2030	1,17	2180
	Total		228		1226		2460		3340		2990		2870
F.	colmo + folhas	1,40	4,13*			0,09*	0,58		0,58		1,26		2,31
	pendão					2,49	1,21		1,21		2,23		2,96
	espiga					2,36					1,42		1,09
	Total	1,40	4,13*			0,49	0,52		0,52		0,54		1,25
D.M.S. (Tukey) (5%)	colmo + folhas	n.s.	815			1310	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
	pendão					n.s.	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
	espiga					n.s.	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
	Total	n.s.				23,0	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
C.V.%	colmo + folhas	14	21			26	17		17		31		20
	pendão					31	33		33		23		38
	espiga					72	22		22		22		38
	Total	14	21			23	16		16		21		21

QUADRO 3 – Teor porcentual e quantidade de fósforo nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento.

Cultivar	Órgão	Idade do cultivar em dias após a germinação											
		20		40		60		80		100		120	
		%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P
Agrocerees 256	colmo + folhas	0,39	20,9	0,23	223	0,10	164	0,16	304	0,08	116	0,07	107
	pendão					0,32	51	0,20	16	0,12	7	0,13	9
	espiga					0,29	36	0,25	333	0,22	421	0,25	506
	Total		20,9		223		250		653		554		622
Agrocerees 504	colmo + folhas	0,39	22,9	0,23	176	0,14	221	0,14	284	0,08	140	0,08	123
	pendão					0,30	32	0,16	9	0,13	6	0,12	5
	espiga					0,25	23	0,23	278	0,27	472	0,26	437
	Total		22,9		176		276		571		618		565
Centralmex	colmo + folhas	0,40	23,2	0,22	180	0,14	241	0,14	317	0,09	160	0,06	78
	pendão					0,36	40	0,17	12	0,10	6	0,12	5
	espiga					0,38	27	0,25	274	0,23	377	0,26	477
	Total		23,2		180		308		603		543		560
H-7974	colmo + folhas	0,38	24,8	0,21	164	0,14	224	0,13	284	0,08	136	0,07	94
	pendão					0,40	48	0,22	14	0,15	7	0,14	7
	espiga					0,37	20	0,24	284	0,26	463	0,25	451
	Total		24,8		164		312		582		606		552
Piranião	colmo + folhas	0,36	20,7	0,22	134	0,15	226	0,16	265	0,08	101	0,07	82
	pendão					0,31	27	0,20	13	0,12	5	0,12	5
	espiga					0,18	17	0,23	297	0,23	379	0,23	429
	Total		20,7		134		270		575		485		516
F.	colmo + folhas	1,06		3,50*		1,24		0,57		2,64		2,29	
	pendão					1,70		1,56		4,23*		3,82*	
	espiga					0,67		0,59		1,20		0,46	
	Total	1,06		3,50*		0,76		0,39		1,23		0,58	
D.M.S. (Tukey) (5%)	colmo + folhas	n.s.		77		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	
	pendão					n.s.		n.s.		2		4	
	espiga					n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	
	Total	n.s.		77		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	
C.V.%	colmo + folhas	15,2		19,6		25,4		19,2		21,4		25,0	
	pendão					40,0		33,4		13,4		26,8	
	espiga					76,2		21,4		19,9		20,2	
	Total	15,2		19,6		21,0		18,2		18,1		17,8	



$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= -1.730,57 + 117,56 X - 0,616 X^2 & (r^2 = 0,83) \\ \hat{Y}_2 &= -1.653,57 + 103,41 X - 0,518 X^2 & (r^2 = 0,88) \\ \hat{Y}_3 &= -1.840,6 + 117,29 X - 0,662 X^2 & (r^2 = 0,86) \\ \hat{Y}_4 &= -1.947,77 + 118,29 X - 0,639 X^2 & (r^2 = 0,85) \\ \hat{Y}_5 &= -1.727,42 + 102,27 X - 0,534 X^2 & (r^2 = 0,87) \end{aligned}$$

Figura 2 — Curvas de regressão da quantidade de nitrogênio (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

Pela análise destes dados e dos apresentados na Tabela 2, verificou-se que o cultivar Agrocères 256 apresentou uma quantidade de N cerca de 700 mg por planta maior que o Piranão, o que corresponderia a 35 kg/ha. Contudo, a não significância dessa diferença, bem como, o valor relativamente alto do coeficiente de variação, mostraram que as diferenças entre indivíduos foi elevada. Quanto ao decréscimo verificado na quantidade total de N no fim do ciclo, é provável que a mesma explicação aventada para a matéria seca seja válida para o N.

SAYRE (1955), HANWAY (1962b) e LOUÉ (1963), encontraram que o máximo de N ocorre em torno dos 90–100 dias, no que concordou o presente ensaio. Uma quantidade máxima de 144 lb/acre, foi encontrada por SAYRE (1948), o que corresponde a 161 kg/ha. LOUÉ (1963), encontrou 110 kg/ha e 194 kg/ha, respectivamente, para o ensaio não irrigado e irrigado, o que dá 2.750 mg e 4.850 mg/planta. Os resultados encontrados no presente ensaio situaram-se dentro desses limites.

Fósforo

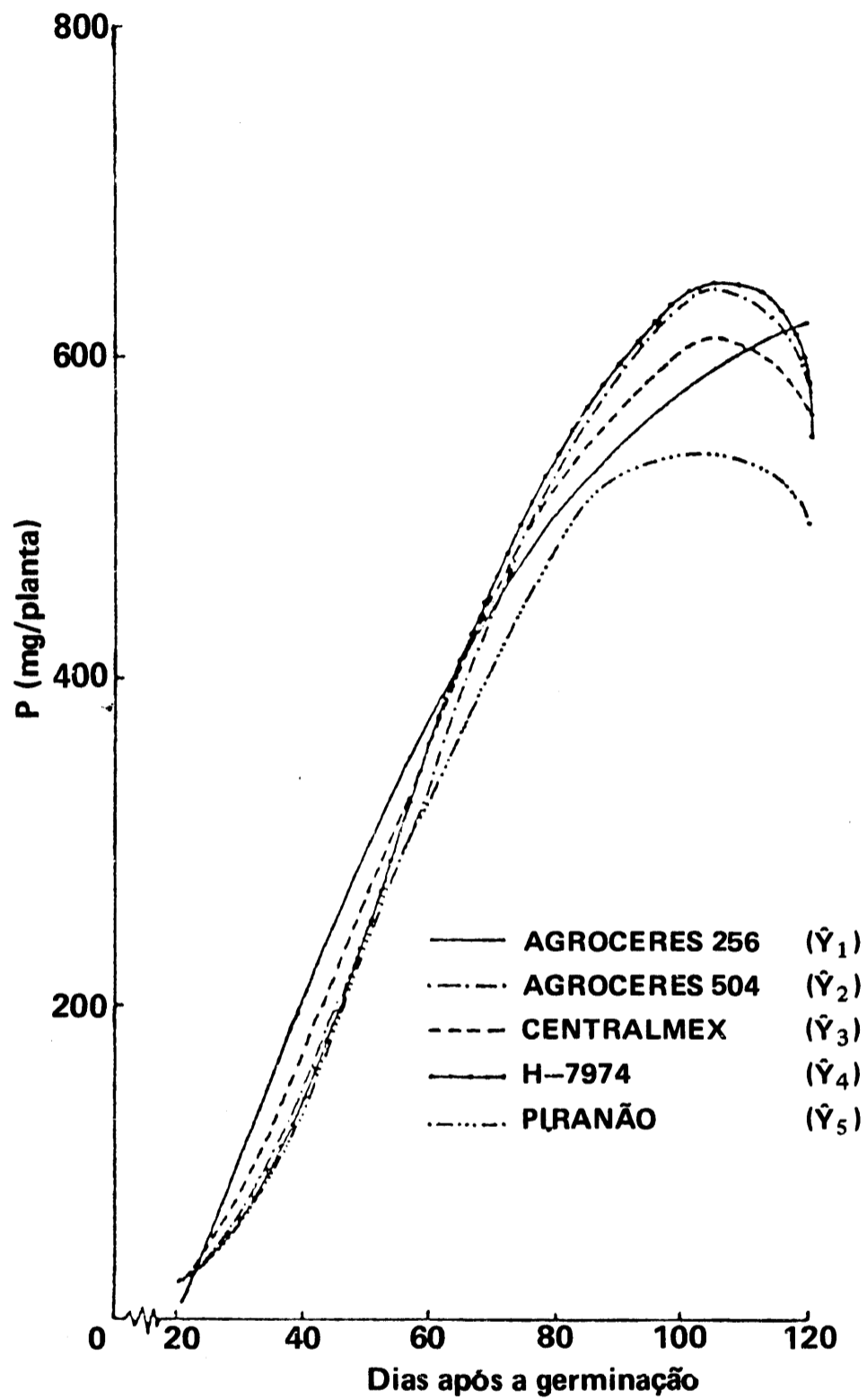
Os dados analíticos referentes à quantidade e percentagem de P nos cultivares acham-se no Quadro 3. Pelos valores de F na análise de variância observou-se que só houve diferenças entre cultivares aos 40 dias, e nos pendões aos 100 e 120 dias.

Confrontando-se os dados dos Quadros 1 e 3, constatou-se que esta diferença aos 40 dias deve ser devida à quantidade de matéria seca, pois as percentagens de P nos diferentes cultivares foram essencialmente iguais.

A análise de regressão mostrou que a acumulação no cultivar Agrocères 256 seguiu uma curva do 2º grau, enquanto nos outros foram significativos os componentes até o 3º grau. As curvas e equações acham-se na Figura 3.

Como se pode verificar, a curva de acumulação de P é semelhante à da matéria seca, embora o cultivar Agrocères 256 tenha divergido um pouco. Este cultivar absorveu P até os 120 dias, enquanto nos outros o ponto de máximo foi bastante próximo daquele para a matéria seca. Estes dados, e a quantidade máxima calculada, são apresentados a seguir:

Cultivar	Ponto de máximo (dias)	Quantidade máxima (mg/planta)	Ponto de inflexão (dias)
Agrocères 256	120	625,5	—
Agrocères 504	104	641,8	60
Centrilmex	104	614,5	52
H-7974	103	642,3	58
Piranão	101	541,2	55



$$\hat{Y}_1 = -240,50 + 13,337 X - 0,051 X^2 \quad (r^2 = 0,80)$$

$$\hat{Y}_2 = 96,12 - 8,98 X + 0,324 X^2 - 0,0018 X^3 \quad (r^2 = 0,89)$$

$$\hat{Y}_3 = -36,20 - 0,42 X + 0,189 X^2 - 0,0012 X^3 \quad (r^2 = 0,90)$$

$$\hat{Y}_4 = 71,79 - 7,81 X + 0,315 X^2 - 0,0018 X^3 \quad (r^2 = 0,92)$$

$$\hat{Y}_5 = 10,87 - 3,90 X + 0,232 X^2 - 0,0014 X^3 \quad (r^2 = 0,84)$$

Figura 3 – Curvas de regressão da quantidade de fósforo (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

Como se nota, o ponto de exigência máxima situou-se próximo da época do pendramento, que ocorreu em torno dos 60 dias após a germinação.

Comparando-se a quantidade de P absorvida pelos cultivares, com a apresentada por outros autores, SAYRE (1948, 1955); HANWAY (1962b); LOUÉ (1963); NEPTUNE (1966), ela foi semelhante desde que se faça a comparação em termos de idade fisiológica. Contudo, foi maior que a encontrada por JONES & HUSTON (1914), mostrando que, em relação aos cultivares empregados no início do século, os atuais devem ser mais exigente e ter maior capacidade de absorção de P.

Potássio

Os dados analíticos referentes à quantidade de K acumulada e percentagem deste nutriente nos órgãos dos cultivares acham-se no Quadro 4.

Como se nota, a única diferença significativa pelo teste de F foi, aos 40 dias, entre os cultivares Agrocere 256 e Piranão.

Todos os cultivares acumulam K seguindo equações do 3º grau, conforme mostra a Figura 4.

A quantidade máxima de K ocorreu bem antes que a de N e P, e no ponto máximo, os cultivares Agrocere 256 e 504 tinham cerca de 600 mg/planta a mais que os outros, embora esta diferença entre médias não atingisse o limite da significância. Além disso, o ponto de inflexão encontrado se refere ao processo de perda de potássio e não a acumulação. Isto quer dizer, que a taxa de acumulação de K é máxima no início do ciclo, e que durante a perda de K pelas plantas, após uma fase em que a perda é máxima, tende a se anular. Estes dados são apresentados a seguir:

Cultivar	Ponto de máximo (dias)	Quantidade máxima (mg/planta)	Ponto de inflexão (dias)
Agrocere 256	58	4693	88
Agrocere 504	64	4630	99
Centralmex	61	4098	94
H-7974	62	4064	94
Piranão	66	3850	113

No final do ciclo, os cultivares apresentavam cerca de metade da quantidade máxima extraída.

Embora os dados obtidos não fossem suficientes para se verificar contrastes, houve concordância de LOUÉ (1963), em que, cultivares com potencial de produção semelhantes devem acumular quantidades similares de K.

É provável que nossa adubação potássica tenha sido elevada, pois os resultados encontrados são bem maiores que os apresentados por SAYRE (1948, 1955); NELSON (1956); LOUÉ (1963); MALAVOLTA et al. (1974).

QUADRO 4 – Teor porcentual e quantidade de potássio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento.

Cultivar	Órgão	Idade do cultivar em dias após a germinação											
		20		40		60		80		100		120	
		%	mg K	%	mg K	%	mg K	%	mg K	%	mg K	%	mg K
Agrocerees 256	colmo + folhas	5,31	273	4,40	4300	2,06	3548	1,70	3291	1,18	1828	0,95	1397
	pendão					1,46	234	0,98	81	0,32	18	0,14	10
	espiga					2,20	278	0,73	948	0,45	858	0,48	946
	Total		273		4300		4060		4320		2704		2353
Agrocerees 504	colmo + folhas	5,66	342	4,57	3467	2,95	4016	1,84	3773	0,84	1587	0,80	1175
	pendão					1,55	160	1,09	61	0,21	9	0,19	8
	espiga					1,54	140	0,73	875	0,51	906	0,44	744
	Total		342		3467		4316		4729		2402		1927
Centralmex	colmo + folhas	5,50	314	4,33	3566	2,95	3156	1,84	3236	0,84	1662	0,80	1070
	pendão					1,57	171	1,25	91	0,20	7	0,14	6
	espiga					2,02	150	0,84	946	0,42	661	0,46	844
	Total		314		3566		3477		4273		2330		1920
H-7974	colmo + folhas	4,98	324	4,07	3134	2,30	3557	1,39	3038	0,88	1620	1,08	1424
	pendão					1,79	212	1,65	114	0,35	17	0,30	14
	espiga					2,09	121	0,80	937	0,54	982	0,47	856
	Total		324		3134		3890		4089		2619		2294
Piranão	colmo + folhas	5,83	332	4,45	2706	2,20	3326	1,82	3121	1,10	1391	0,80	965
	pendão					1,51	135	1,24	84	0,22	9	0,18	8
	espiga					1,04	100	0,90	1167	0,51	842	0,49	900
	Total		332		2706		3561		4372		2242		1873
F.	colmo + folhas	0,93		4,72*		0,61			0,54		0,51		1,54
	pendão					1,48			0,86		2,08		2,30
	espiga					1,76			0,57		2,92		0,93
	Total		0,93	4,72*		0,63			0,19		0,72		1,12
D.M.S. (Tukey) (5%)	colmo + folhas	n.s.		1122		n.s.			n.s.		n.s.		n.s.
	pendão					n.s.			n.s.		n.s.		n.s.
	espiga					n.s.			n.s.		n.s.		n.s.
	Total		n.s.	1122		n.s.			n.s.		n.s.		n.s.
C.V.%	colmo + folhas	17,4		15,8		23,5			23,7		27,1		26,8
	pendão					36,1			45,9		59,9		40,6
	espiga	17,4		15,8		22,8			23,8		18,6		20,9
	Total		17,4		15,8		22,8		23,8		18,6		20,9

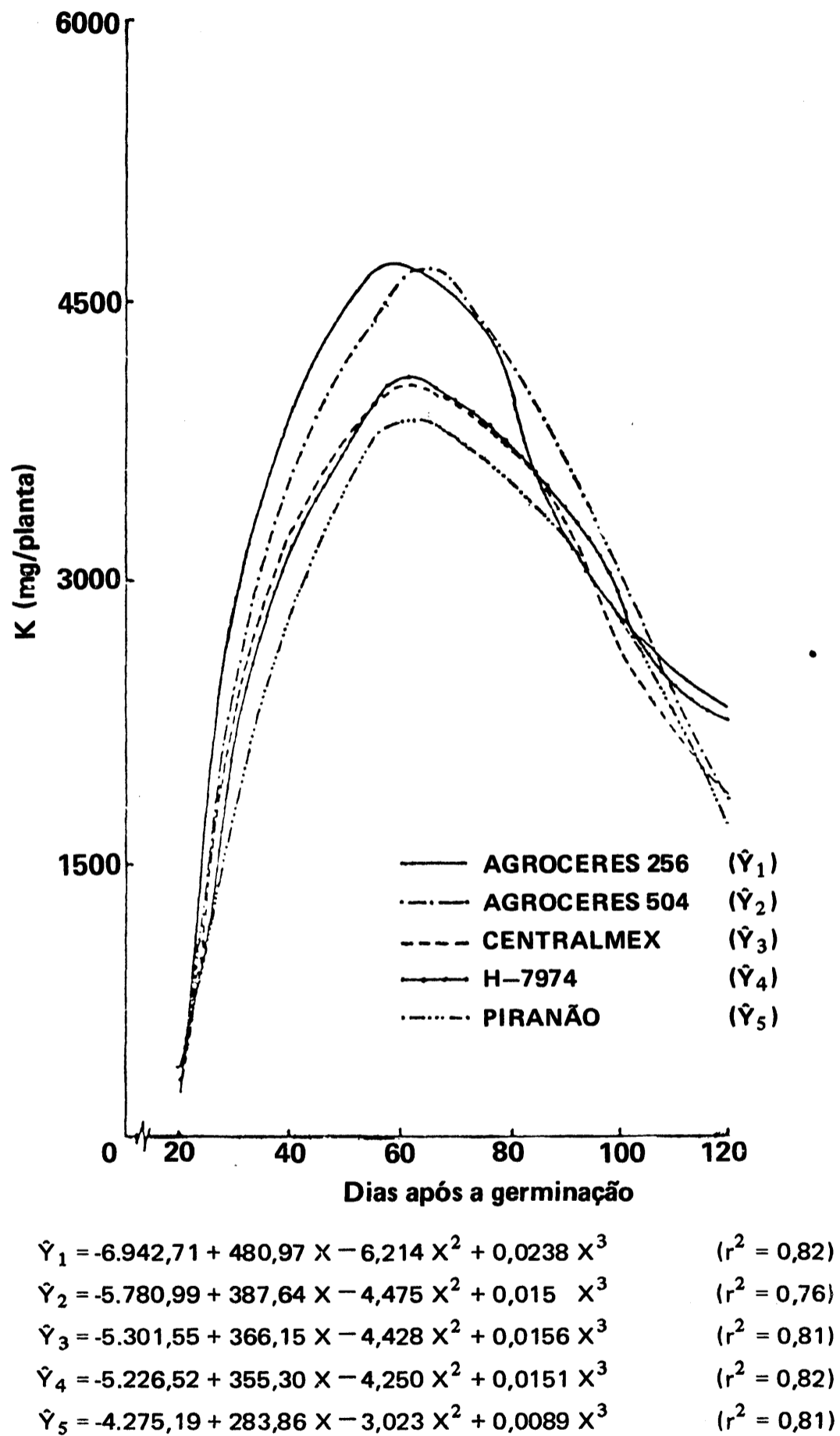


Figura 4 – Curvas de regressão da quantidade de potássio (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

Cálcio

Os dados referentes à acumulação e percentagem de Ca nos diferentes cultivares acham-se no Quadro 5.

Pelos valores de F pode-se notar que só houve diferenças significativas para a parte vegetativa, ao nível de 1%, aos 80 dias. Verificou-se que o cultivar H-7974 tem, nesta época, as maiores quantidades de Ca, o que ocorre também para o Mg, enquanto, o Agrocere 504 tem a menor média.

Aos 100 dias as diferenças não foram mais detectadas; donde se pode inferir que estas diferenças foram apenas temporal, isto é, que a maior ou menor absorção de Ca^{++} é função do tempo. Este fato ficou mais explícito pelos pontos de máximo calculados.

A quantidade de Ca na espiga foi diferente aos 120 dias, notando-se que a quantidade de Ca na espiga do cultivar Piranão diminuiu dos 100 aos 120 dias, enquanto nos outros aumentou.

As curvas de regressão que melhor descrevem a acumulação de Ca variaram, quanto ao grau, para os diferentes cultivares. Além disso, embora os pontos de máximo sejam diferentes, os pontos de inflexão são idênticos, o que sugere diferenças na forma da curva. As curvas e equações de regressão acham-se na Figura 5.

Pela quantidade máxima calculada, embora não se tenham feito análise estatística, indicou que o cultivar H-7974 acumula mais Ca que os outros, sendo que o Piranão e Agrocere 504 foram os que apresentaram menor quantidade máxima deste nutriente. Esses dados são apresentados a seguir:

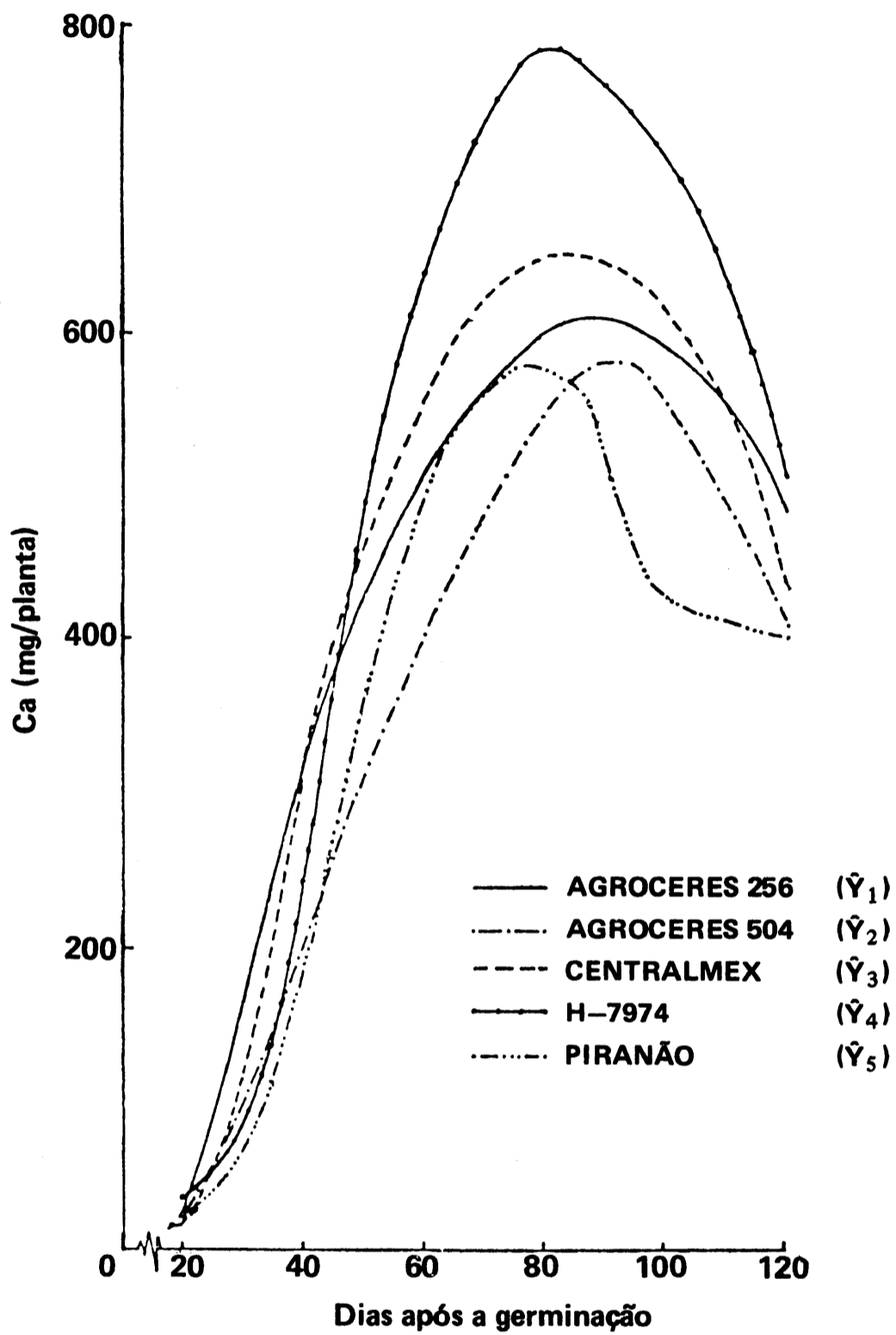
Cultivar	Ponto de máximo (dias)	Quantidade máxima (mg/planta)	Ponto de inflexão (dias)
Agrocere 256	88	609	—
Agrocere 504	94	584	44
Centralmex	84	653	—
H-7974	78	782	45
Piranão	75	582	44

No trabalho apresentado por SAYRE (1955), a quantidade máxima descrita foi cerca de 325 mg/planta, enquanto LOUÉ (1963) e BENNE et al. (1964), citados em OLSON & LUCAS (1967) encontraram quantidades superiores a 800 mg/planta. No presente estudo encontrou-se quantidades intermediárias, e a variabilidade verificada pode ser atribuída ao regime hídrico, e a amostragem.

Todos os cultivares apresentaram certa perda de Ca, que provavelmente se deve à lixiviação, queda de folhas basais e, talvez, perda pelas raízes.

QUADRO 5 - Teor porcentual e quantidade de cálcio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento.

Cultivar	Órgão	Idade do cultivar em dias após a germinação											
		20		40		60		80		100		120	
		%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
Agroceres 256	colmo + folhas	0,32	16	0,34	342	0,28	481	0,30	571	0,36	506	0,32	463
	pendão					0,12	20	0,29	23	0,24	13	0,22	15
	espiga					0,09	11	0,02	29	0,01	24	0,02	30
	Total		16		342		512		623		543		508
Agroceres 504	colmo + folhas	0,27	16	0,24	182	0,26	433	0,22	446	0,32	576	0,23	356
	pendão					0,12	12	0,23	13	0,22	10	0,24	9
	espiga					0,08	7	0,02	27	0,02	26	0,02	39
	Total		16		182		452		486		612		404
Centralmex	colmo + folhas	0,36	20	0,35	287	0,27	478	0,28	652	0,36	627	0,28	355
	pendão					0,14	15	0,35	25	0,24	13	0,24	11
	espiga					0,10	7	0,02	25	0,02	28	0,02	41
	Total		20		287		500		702		668		407
H-7974	colmo + folhas	0,34	22	0,40	311	0,31	478	0,40	876	0,29	524	0,36	475
	pendão					0,17	20	0,41	27	0,32	16	0,25	13
	espiga					0,07	4	0,02	20	0,02	27	0,02	36
	Total		22		311		502		923		567		524
Pirãno	colmo + folhas	0,29	16	0,37	225	0,27	410	0,35	596	0,28	362	0,31	380
	pendão					0,16	14	0,36	24	0,31	12	0,22	10
	espiga					0,06	5	0,02	27	0,01	20	0,01	18
	Total		16		225		429		647		394		408
F.	colmo + folhas		3,20		2,29	0,33	0,33		9,28**		2,71		1,76
	pendão					1,29	1,29		2,63		2,53		2,54
	espiga					1,42	1,42		0,96		0,58		4,53*
	Total		3,20		2,29	0,38	0,38		8,96**		2,77		1,88
D.M.S. (Tukey) (5%)	colmo + folhas		n.s.		n.s.	n.s.	n.s.		233		n.s.		n.s.
	pendão					n.s.	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
	espiga					n.s.	n.s.		n.s.		n.s.		19
	Total		n.s.		n.s.	n.s.	n.s.		240		n.s.		n.s.
C.V.%	colmo + folhas		18,23		31,87	24,93	24,93		16,46		23,27		21,85
	pendão					36,93	36,93		30,20		19,60		25,35
	espiga					65,89	65,89		26,00		35,10		26,15
	Total		18,23		31,87	24,43	24,43		15,73		22,13		19,65



$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= -365,59 + 22,013 X - 0,1243 X^2 & (r^2 = 0,87) \\ \hat{Y}_2 &= -95,53 + 2,3308 X + 0,1829 X^2 - 0,00139 X^3 & (r^2 = 0,89) \\ \hat{Y}_3 &= -501,11 + 27,339 X - 0,1619 X^2 & (r^2 = 0,81) \\ \hat{Y}_4 &= 834,98 - 83,540 X + 2,719 X^2 - 0,029 X^3 + 0,0000995 X^4 & (r^2 = 0,79) \\ \hat{Y}_5 &= 716,78 - 72,777 X + 2,393 X^2 - 0,0263 X^3 + 0,0000935 X^4 & (r^2 = 0,87) \end{aligned}$$

Figura 5 – Curvas de regressão da quantidade de cálcio (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

Magnésio

Os dados analíticos referentes à quantidade e percentagem de Mg nos órgãos dos cultivares encontram-se no Quadro 6.

Os valores de F obtidos mostraram ser significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para a parte vegetativa aos 80 e 100 dias e para o total aos 80 dias; e ao nível de 5%, para a quantidade total aos 60 e 100 dias, e para os pendões aos 120 dias.

A diferença de comportamento entre cultivares foi evidenciada pela análise de regressão, cujas curvas acham-se na Figura 6. Verificou-se que os cultivares Agroceres 256 e Centralmex seguiram curvas do 2º grau. O Agroceres 504, seguiu uma reta (1º grau), e o H-7974 e Piranão, adaptaram-se melhor a curvas de 3º grau.

Constatou-se também, que o H-7974 e Piranão apresentavam quantidade máxima de Mg aos 100 dias, enquanto os outros cultivares só a atingiram no final do ciclo. Estes dados são apresentados a seguir:

Cultivar	Ponto de máximo (dias)	Quantidade máxima (mg/planta)	Ponto de inflexão (dias)
Agroceres 256	120	732,6	—
Agroceres 504	120	785,6	—
Centralmex	120	654,5	—
H-7974	100	942,9	62
Piranão	100	700,4	60

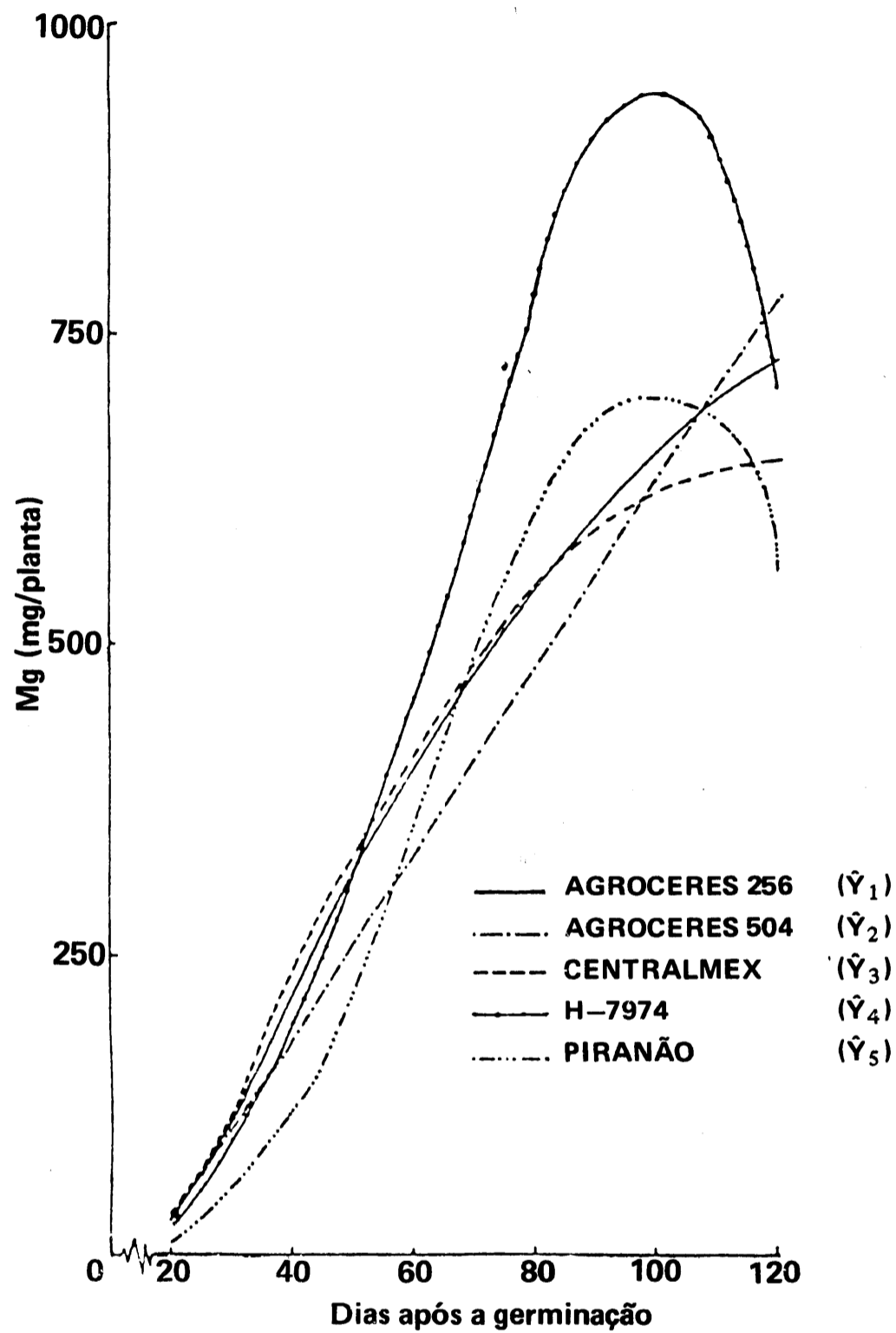
CLARK & BROWN (1974), mostraram que diferentes linhagens de milho, apresentam capacidade diferente de extração de Mg do solo. Também SAYRE (1955), já havia encontrado diferenças significativas nas concentrações de Mg nas folhas de diferentes cultivares.

Comparando-se os dados obtidos com os apresentados na literatura, verificou-se que os cultivares empregados acumulam maior quantidade de Mg na parte vegetativa (SAYRE, 1955; LOUÉ, 1963).

Notou-se também, que houve diferenças na distribuição do Mg na planta de milho, pois nem sempre para maior quantidade na palha houve correspondência na espiga. Fenômeno igualmente constatado por FOY & BARBER (1958).

QUADRO 6 - Teor porcentual e quantidade de magnésio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento.

Cultivar	Órgão	Idade do cultivar em dias após a germinação											
		20		40		60		80		100		120	
		%	Mg	%	Mg	%	Mg	%	Mg	%	Mg	%	Mg
Agrocerees 256	colmo + folhas	0,18	9	0,23	226	0,18	317	0,17	332	0,22	323	0,31	447
	pendão					0,16	25	0,28	23	0,16	8	0,18	12
	espiga					0,16	20	0,17	225	0,16	316	0,14	271
	Total		9		226		362		580		647		730
Agrocerees 504	colmo + folhas	0,20	12	0,27	204	0,18	287	0,14	283	0,23	425	0,33	507
	pendão					0,18	18	0,27	15	0,18	8	0,21	8
	espiga					0,12	11	0,15	181	0,13	233	0,14	247
	Total		12		204		316		479		666		762
Centralmex	colmo + folhas	0,20	11	0,28	233	0,19	330	0,18	435	0,22	382	0,32	402
	pendão					0,18	20	0,29	21	0,18	9	0,18	8
	espiga					0,16	12	0,14	160	0,14	222	0,13	240
	Total		11		233		362		616		613		650
H-7974	colmo + folhas	0,23	14	0,28	224	0,20	302	0,31	675	0,36	659	0,34	448
	pendão					0,20	22	0,28	19	0,21	11	0,20	10
	espiga					0,17	9	0,15	178	0,13	234	0,14	249
	Total		14		224		333		872		904		707
Piranão	colmo + folhas	0,19	10	0,24	146	0,16	247	0,29	505	0,31	402	0,28	334
	pendão					0,16	14	0,34	22	0,21	9	0,14	6
	espiga					0,08	8	0,16	210	0,13	211	0,13	245
	Total		10		146		269		737		622		585
F.	colmo + folhas	2,49	1,51			2,89	15,19**			9,15**		2,56	
	pendão					1,69	1,23			1,14		3,32*	
	espiga					1,68	0,96			2,84		0,20	
	Total	2,49	1,51			4,68*	8,30*			5,09*		1,76	
D.M.S. (Tukey) (5%)	colmo + folhas	n.s.				n.s.	179			192		n.s.	
	pendão					n.s.	n.s.			n.s.		6	
	espiga					n.s.	n.s.			n.s.		n.s.	
	Total	n.s.				80	237			242		n.s.	
C.V.%	colmo + folhas	21,79	27,95			12,49	17,79			19,49		18,79	
	pendão					30,69	26,68			21,37		28,18	
	espiga					63,66	27,92			20,19		21,29	
	Total	21,79	27,95			10,86	16,02			15,57		15,42	



$$\hat{Y}_1 = -240,56 + 13,210 X - 0,0425 X^2 \quad (r^2 = 0,92)$$

$$\hat{Y}_2 = -123,32 + 7,574 X \quad (r^2 = 0,93)$$

$$\hat{Y}_3 = -287,24 + 15,672 X - 0,0652 X^2 \quad (r^2 = 0,92)$$

$$\hat{Y}_4 = +323,74 - 27,608 X + 0,738 X^2 - 0,004 X^3 \quad (r^2 = 0,90)$$

$$\hat{Y}_5 = +158,95 - 15,985 X + 0,484 X^2 - 0,0027 X^3 \quad (r^2 = 0,87)$$

Figura 6 – Curvas de regressão da quantidade de magnésio (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

Enxofre

Os dados analíticos referentes à quantidade e porcentagem de S nos órgãos dos cultivares encontram-se no Quadro 7.

Pelos valores de F encontrados, viu-se que as diferenças entre cultivares só apareceram em épocas mais tardias. A parte vegetativa apresentou diferenças, ao nível de 1% de probabilidade, aos 80 dias, entre os cultivares Agrocères 504 e todos os outros, e aos 100 dias entre aquele e o H-7974 e Piranão. A quantidade total mostrou diferenças ao nível de 5% entre os mesmos cultivares, exceto para o Centralmex, que não apresentou diferença aos 80 dias, mas o fez aos 100.

A análise de regressão mostrou que as curvas correspondentes aos cultivares Centralmex, Agrocères 256 e H-7974 foram muito semelhantes, enquanto a do Agrocères 504 destacou-se bastante dos demais e os pontos para o Piranão são inferiores. As curvas e equações acham-se na Figura 7. Todos os cultivares seguiram equações do 3º grau.

A quantidade máxima de S nas plantas ocorreu em todos os cultivares em épocas bastante semelhantes. Contudo, as quantidades foram muito diferentes. Esses dados, e a idade em que ocorreu o ponto de inflexão, estão representados a seguir:

Cultivar	Ponto de máximo (dias)	Quantidade máxima (mg/planta)	Ponto de inflexão (dias)
Agrocères 256	95	552	56
Agrocères 504	94	799	60
Centralmex	94	553	57
H-7974	95	538	58
Piranão	93	444	54

Em relação aos outros nutrientes, os cultivares que apresentaram menor quantidade de Ca e Mg, tinham maior quantidade de S, o que sugere um antagonismo entre estes íons divalentes.

FERRARI & RENOSTO (1972), verificaram que o sistema de transporte de S da raiz para a parte aérea é geneticamente controlada.

É possível que o cultivar Agrocères 504 (opaco-2) tenha maior capacidade de acumulação de S, embora este fato necessite de confirmação, porque no final do ciclo, a diferença constatada antes, não foi encontrada.

QUADRO 7 - Teor porcentual e quantidade de enxofre nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento.

Cultivar	Órgão	Idade do cultivar em dias após a germinação											
		20		40		60		80		100		120	
		%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
Agrocerees 256	colmo + folhas	0,23	11	0,12	124	0,13	226	0,20	398	0,22	304	0,10	152
	pendão					0,20	32	0,30	25	0,13	7	0,22	15
	espiga					0,19	24	0,10	129	0,10	197	0,10	207
	Total		11		124		282		552		508		374
Agrocerees 504	colmo + folhas	0,21	12	0,15	115	0,13	217	0,37	757	0,23	431	0,07	98
	pendão					0,21	22	0,29	17	0,14	6	0,24	10
	espiga					0,12	10	0,10	122	0,13	228	0,12	210
	Total		12		115		249		896		665		318
Centralmex	colmo + folhas	0,22	12	0,15	125	0,11	202	0,22	509	0,15	254	0,08	102
	pendão					0,21	23	0,24	18	0,14	8	0,19	8
	espiga					0,18	13	0,10	112	0,11	171	0,11	216
	Total		12		125		238		639		433		326
H-7974	colmo + folhas	0,24	15	0,14	105	0,13	196	0,20	430	0,13	241	0,10	132
	pendão					0,24	29	0,27	18	0,17	8	0,18	9
	espiga					0,17	9	0,14	162	0,10	186	0,11	194
	Total		15		105		234		610		435		335
Piranão	colmo + folhas	0,21	12	0,15	93	0,12	183	0,24	417	0,10	130	0,08	101
	pendão					0,23	20	0,24	16	0,19	8	0,22	10
	espiga					0,09	8	0,09	114	0,11	188	0,09	167
	Total		12		93		211		547		326		278
F.	colmo + folhas	1,80		0,74		0,54		8,48**		6,75**		1,01	
	pendão					1,32		0,86		1,86		2,07	
	espiga					3,88*		2,08		0,98		1,27	
	Total	1,80		0,74		1,12		5,23*		7,26**		1,14	
D.M.S. (Tukey) (5%)	colmo + folhas	n.s.		n.s.		n.s.		230		189		n.s.	
	pendão					n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	
	espiga					15		n.s.		n.s.		n.s.	
	Total	n.s.		n.s.		n.s.		283		209		n.s.	
C.V.%	colmo + folhas	17,69		28,27		22,61		20,32		30,01		40,40	
	pendão					34,11		40,62		15,61		35,99	
	espiga					52,24		21,73		22,30		17,41	
	Total	17,69		28,27		18,72		19,34		19,48		19,79	

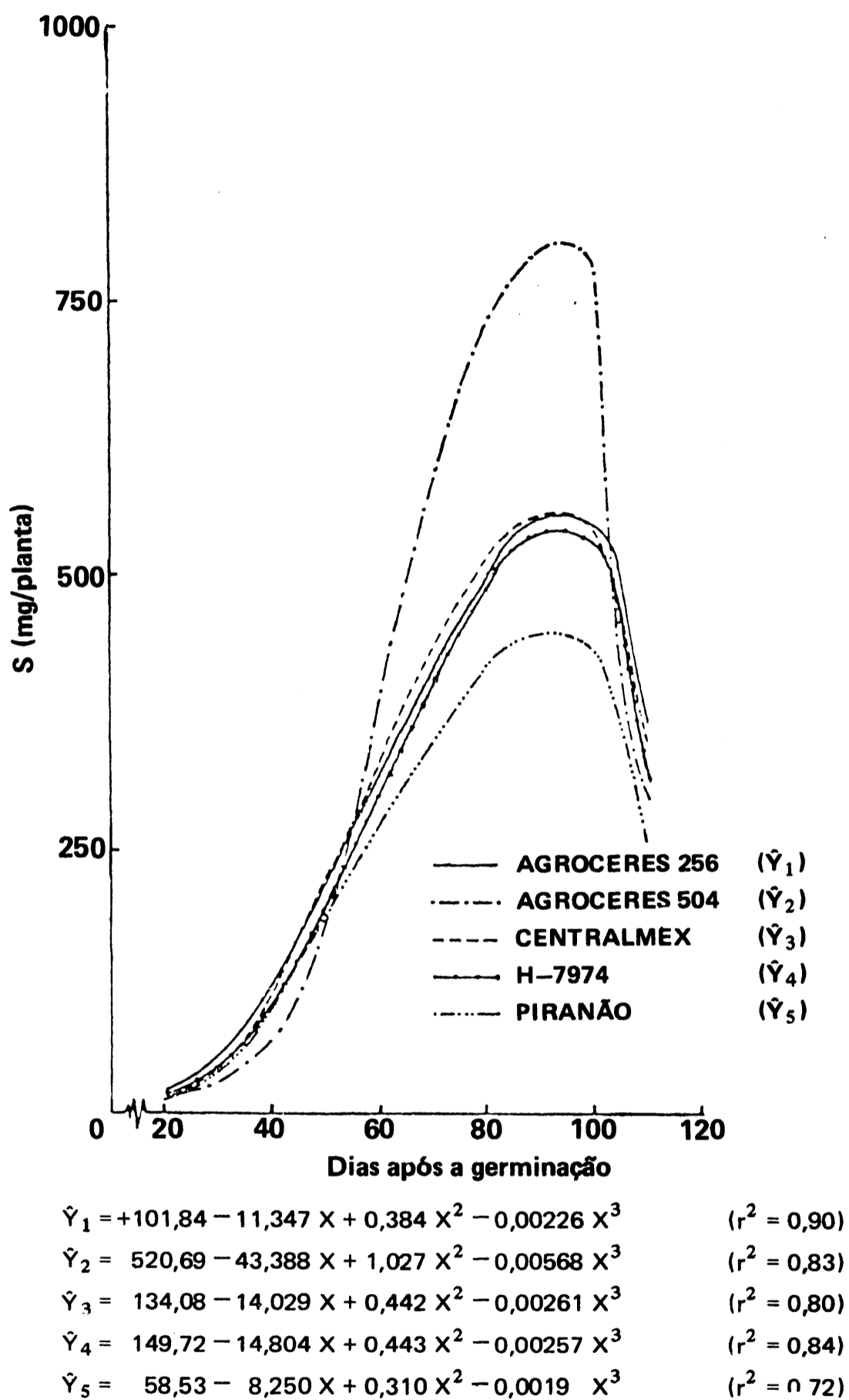


Figura 7 – Curvas de regressão da quantidade de enxofre (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

Produção de grãos

Os dados referentes à produção de grãos pelos cultivares acham-se no Quadro 8.

QUADRO 8 – Produção de grãos, 15% de umidade, em g/planta e kg/ha, dos cultivares e o rendimento dos grãos (PG/PE).

Cultivar	Amplitude de variação	Média de produção		Peso da espiga	Relação
	g/planta	g/planta	kg/ha*	g/planta	PG/PE**
Agrocere 256	90,44 – 135,04	112,5	5627,2	154,0	0,73
Agrocere 504	96,16 – 130,13	118,3	5915,8	152,3	0,78
Centralmex	122,80 – 167,04	133,5	6677,4	179,7	0,74
H-7974	107,32 – 142,69	125,7	6287,1	165,3	0,76
Piranão	113,74 – 143,86	128,3	6413,5	176,5	0,72
* 50.000 plantas/ha.					
** Peso da espiga é tomado como peso dos grãos + sabugo + palha da espiga.					
	F.	0,77	0,83		
	D.M.S. (Tukey) (5%)	n.s.	n.s.		
	C.V.%	15,31	14,73		

PG = peso dos grãos; PE** = peso da espiga.

Verificou-se pela análise estatística, que não houve efeito significativo para os cultivares. Contudo, pode-se notar que os cultivares Centralmex e Piranão lideraram a produção, enquanto o Agrocere 256 deu a menor média de produção de grãos. O Agrocere 504, embora apresentando o gene opaco-2 em seu genoma, o que normalmente diminui a produção de grão (CIMMYT, 1972), apresentou produção razoável e superior ao Agrocere 256.

A variação entre parcelas foi razoável, embora a análise dos blocos não tenha revelado diferenças significativas.

Comparando-se as produções obtidas com as registradas para os mesmos cultivares em outros ensaios, verificou-se que o cultivar Piranão deu produção maior que a esperada, quando comparada com a dos outros cultivares. Isto também deve ter ocorrido para Agrocere 504 (PATERNIANI, 1973; LEITE & PATERNIANI, 1973; CIMMYT, 1972), enquanto os outros cultivares foram iguais ou um pouco abaixo do que registra PATERNIANI (1971); TAVARES & ZINSLY (1972) e MIRANDA (1966). Contudo, GALVÃO (1973), encontrou, no mesmo ano e município em que foi realizado o presente trabalho, produções inferiores às conseguidas, para o Centralmex, Piranão e Agrocere 257.

É provável que a irregularidade das chuvas tenha favorecido o Piranão em relação aos demais, devido à presença do gene br₂ (TREGUBEMCO & NEPOMNACIS, 1971).

LEITE & PATERNIANI (1973), trabalhando no ano agrícola 1972/73 e aplicando 180 kg de N, 120 kg de P₂O₅ e 60 kg de K₂O por ha, obtiveram produções de 6255,

5637 e 5342 kg/ha, respectivamente para os cultivares Agrocerees 257, Piranão e Centralmex, o que sugere que as percentagens de N encontradas nas folhas, no presente ensaio, não foram limitantes.

Pelos resultados obtidos, e pelos registros de produção encontrados, pode-se afirmar que, nas condições em que o presente ensaio foi realizado, os cultivares têm capacidade de produção semelhantes, concordando com os dados de acumulação de matéria seca (Quadro 1).

O rendimento de grãos (peso dos grãos/peso da espiga) foi inferior ao que é citado na literatura, porque no peso da espiga foi computado o peso da palha, o que não é feito normalmente.

Os cultivares apresentaram-se da seguinte ordem decrescente de rendimento: Agrocerees 504 > H-7974 > Centralmex > Agrocerees 256 > Piranão.

Exportação de nutrientes

Os dados referentes ao teor e quantidade de macronutrientes nas espigas acham-se no Quadro 9.

É interessante assinalar que o cultivar Agrocerees 504 (opaco-2) apresentou teores mais elevados em N, P, K, S que os outros cultivares, fato já observado por GOODSELL (1968), em relação ao K, o qual sugeriu que o controle se deve ao sistema de genes responsáveis pelo caráter opaco. O mesmo não se pode afirmar para os outros nutrientes por falta de maiores informações.

Em relação a "palha + sabugo", encontrou-se diferenças significativas, ao nível de 1% para K e Ca.

Em relação ao K, os dados sugerem um controle genético na distribuição dentro da espiga, além do provável controle sobre a quantidade total. Os cultivares Agrocerees 504 e Piranão apresentaram quantidades totais semelhantes, mas as quantidades nas partes são bem diferentes.

Em termos gerais, o cultivar Piranão apresentou as maiores quantidades de nutrientes na palha + sabugo, provavelmente porque apresenta maior proporção destas partes na espiga.

Quando se compara os dados obtidos com os citados na literatura, verifica-se que as percentagens de N e K estiveram acima da média, mesmo levando em conta que a maioria dos autores calcula estas percentagens em função do peso de grãos com 15% de umidade (BENNET et al., 1953; SOUBIES & GADET, 1953; SAYRE, 1955; DEPARDON, 1952; LOUÉ, 1963; WEINMANN, 1956).

QUADRO 9 - Teor porcentual e quantidade de macronutrientes exportados pela espiga do cultivar.

Cultivar	Órgão	Nutriente exportado pelo cultivar											
		N		P		K		Ca		Mg		S	
		%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
Agrocerees 256	grãos	2,00	2041	0,40	405	0,49	493	0,008	7,3	0,18	177	0,20	206
	palha* + sabugo	0,42	152	0,08	28	0,54	195	0,02	9,1	0,06	20	0,04	13
	Total		2193		433		688		16,4		197		219
Agrocerees 504	grãos	2,46	2674	0,52	558	0,71	771	0,007	7,6	0,20	217	0,23	249
	palha* + sabugo	0,46	140	0,08	24	0,38	114	0,02	6,2	0,05	16	0,05	14
	Total		2814		582		885		13,8		233		263
Centralmex	grãos	1,89	2326	0,40	496	0,45	546	0,007	8,7	0,17	209	0,18	214
	palha* + sabugo	0,37	151	0,07	28	0,38	151	0,03	13,1	0,05	20	0,05	19
	Total		2477		524		697		21,8		229		233
H-7974	grãos	2,34	2697	0,47	537	0,66	630	0,008	8,8	0,20	233	0,19	214
	palha* + sabugo	0,37	127	0,08	27	0,41	139	0,03	10,4	0,04	16	0,06	19
	Total		2806		564		769		19,2		249		233
Piranão	grãos	2,00	2325	0,38	444	0,50	584	0,008	8,5	0,18	209	0,15	169
	palha* + sabugo	0,38	162	0,07	30	0,57	243	0,04	14,7	0,04	15	0,04	18
	Total		2487		474		827		23,2		224		187
* Palha que recobre a espiga.													
F.	grãos	0,71		1,15		1,73		0,55		0,94		1,52	
	palha* + sabugo	1,35		0,69		17,83**		9,58**		1,65		1,54	
D.M.S. (Tukey) (5%)	grãos	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	
	palha* + sabugo	n.s.		n.s.		54		5		n.s.		n.s.	
C.V.%	grãos	26,59		24,33		26,58		21,88		20,52		21,79	
	palha* + sabugo	22,61		18,27		14,29		20,38		22,32		22,26	

Para se avaliar a ordem de grandeza na exportação de nutrientes, em uma cultura utilizando estes cultivares, calculou-se a quantidade nas espigas para uma colheita média de 6000 kg/ha de grãos, para uma população de 50.000 plantas/ha.

Nutriente	Quantidade exportada por ha
Nitrogênio (N)	111 – 143 kg
Fósforo (P)	22 – 30 kg
Potássio (K)	30 – 45 kg
Cálcio (Ca)	0,7 – 1,1 kg
Magnésio (Mg)	10 – 12 kg
Enxofre (S)	9 – 13 kg

Em termos gerais, pode-se afirmar que, mesmo se os cultivares absorverem quantidades diferentes de nutrientes, a sua exportação através das espigas foi similar. Além disso, por estes dados pode-se concluir que a adubação nitrogenada requerida para estes cultivares deve ser mais elevada que os 80 kg/ha recomendados atualmente, em se considerando terras cultivadas anualmente com milho.

Deve-se atentar para as exportações relativamente altas de Mg e S, especialmente no Estado de São Paulo, onde já se encontrou respostas significativas em relação ao S para produção de milho (GALLO et al., 1968).

CONCLUSÕES

Crescimento

- Os cultivares apresentam quantidades máximas de matéria seca variando entre 327 a 381 g por planta, com a idade de 100 a 106 dias.
- Diferenças entre cultivares na acumulação de matéria seca na parte vegetativa não se traduzem, necessariamente, por um aumento de peso da matéria seca na espiga.

Acumulação de nutrientes

- Não há diferenças na quantidade de N, P e K extraída pelos cultivares, embora na fase de crescimento intenso possa aparecer diferenças na quantidade destes nutrientes por planta.
- São detectadas diferenças na acumulação de Ca, Mg e S quando os cultivares apresentam quantidades destes nutrientes próximas ao máximo. O cultivar H-7974 apresenta quantidades mais elevadas de Ca e Mg que os outros, enquanto o Agrocerec 504 é mais rico em S que os outros cultivares.
- A seleção voltada para a obtenção de plantas, simplesmente mais produtivas deve, salvo casos específicos, levar a plantas com exigências nutricionais semelhantes.

- Os cultivares atingem o máximo da quantidade de nutrientes nas seguintes épocas (em dias): N (89–100); P (101–120); K (58–66); Ca (75–94); Mg (100–120); S (93–95).
- As quantidades máximas extraídas pelos cultivares estão dentro dos limites (em mg/planta): N (3169–3878); P (541–642); K (3850–4693); Ca (582–782); Mg (654–943); S (444–799).

Produção

- Não há diferenças entre cultivares em relação à produção de grãos. O rendimento (peso de grãos/peso da espiga) obedece a seguinte ordem decrescente para os cultivares: Agrocere 504, H-7974, Centralmex, Agrocere 256 e Piranão.

Exportação de nutrientes

- Não há diferenças na quantidade de nutrientes exportada nos grãos dos cultivares.
- Além da diferença na quantidade de nutrientes translocada para a espiga, pode haver diferenças na distribuição dentro da espiga.
- A exportação de nutrientes nas espigas dos cultivares são da seguinte ordem (por hectare colhido): N (111–143 kg); P (22–30 kg); K (30–45 kg); Ca (0,7–1,1 kg); Mg (10–12 kg); S (9–13 kg).

SUMMARY

DIFFERENTIAL ACCUMULATION OF NUTRIENTS BY FIVE CULTIVARS OF CORN (*Zea mays* L.). I – MACRONUTRIENTS ACCUMULATION

The objective of the present work was to examine the differences in growth, yield, accumulation and transport of nutrients between the cultivars Agrocere 256, Agrocere 504, Centralmex, H-7974 and Piranão. The experiment was carried out in the municipality of Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. The soil type was a sandy oxisol of medium fertility, except for K which was low. The experimental set-up was a random block design with four replications. Common cultivation practices were followed, and the fertilizer used consisted of 83 g of a formula: 30–120–70, per meter length at planting, and 33 g of the formula: 50–0–45 per meter length as dressing 22 days after germination. The plant population density was 50,000 per hectare. Plants were collected for analysis at 20 days after germination, and there after at intervals of 20 days up to 120 days. The plants were divided into “stems + leaves”, tassels, and ears for chemical analysis of N, P, K, Ca, Mg and S.

Conclusions:**Growth**

- The cultivars produce maximum quantities of dry matter of 327 to 381 g per plant at the age of 100 to 106 days.
- Differences between cultivars in terms of dry matter accumulation in the vegetative parts of the plant is not necessarily relate to the dry weight of the ear.

Accumulation of nutrients

- There are no differences in the quantity of N, P and K taken-up by the cultivars, although during the period of rapid growth some differences may appear.
- Differences in the accumulation of Ca, Mg and S are detected when the quantities of these nutrients approach the maximum. The cultivar H-7974 presented the highest quantities of Ca and Mg where as *Agrocere*s 504 was richest in S.
- The maximum level of nutrients are attained in the following period in days: N (89–100); P (101–120); K (58–66); Ca (75–94); Mg (100–120) and S (93–95).
- The maximum quantities taken-up in mg/plant are: N (3,169–3,878); P (541–642); K (3,850–4,693); Ca (582–782); Mg (654–943); S (444–799).

Yield

- No differences were found between cultivars for grain production.

Transport of nutrients

- There were no differences in the amounts of nutrients in the grain between cultivars.
- The transport of nutrients into the ears of the different cultivars are the following order (per hectare harvested, 50,000 plants): N (111–143 kg); P (22–30 kg); K (30–45 kg); Ca (0.7–1.1 kg); Mg (10–12 kg) and S (9–13 kg).

LITERATURA CITADA

- ADELANA, B.O. & MILBOURN, G.M., 1972. The growth of maize. II. Dry matter partition in three maize hybrids. *J. Agric. Sci.*, 78:73-78.
- ASHBURN, E.L., 1971. The yield and uptake of nutrients by selected corn genotypes as influenced by nitrogen fertilization. *Dissert. Abst. Intern. B*, 32:33.
- BAKER, E.E., BRADFORD, B.R. & THOMAS, W.I., 1966. Leaf analysis of corn tool for predicting soil fertility needs. *Better Crops Plant Food.*, 50:36-40.

- BAKER, D.E., BRADFORD, B.R. & THOMAS, W.I., 1967. Accumulation of Ca, Sr., Mg, P and Zn by genotypes of corn (*Zea mays* L.), under different soil fertility levels. *Isotopes in Plant Nutrition and Physiology. Proc. Symp. FAO/IAEA, Vienna, 1966.*
- BARBER, S.A., 1968. Mechanism of potassium absorption by plants. IN: Kilmer, V.J. et al. (eds.). *The role of potassium in agriculture. American Society of Agronomy, Inc.; Madison, Wis., p. 293-310.*
- BARRIGA BEZANILLA, G.P., 1971. A eficiência de alguns cultivares de milho (*Zea mays* L.) na produção de grãos. Piracicaba, SP. 84 pp. Dissertação (mestre). ESALQ.
- BENNET, W.F., STANFORD, G. & DUMENIL, L., 1953. Nitrogen, phosphorus and potassium content of the corn leaf and grain as related to nitrogen fertilization and yield. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 17:252-258.*
- BRADFORD, R.R., BAKER, D.E. & THOMAS, W.I., 1966. Effect of soil treatments on chemical element accumulation of four corn hybrids. *Agron. J., 58:614-617.*
- CLARK, R.B. & BROWN, J.C., 1974a. Internal root control of iron uptake and utilization in maize genotypes. *Plant and Soil, 40:667-677.*
- CIMMYT, 1972. Informe Anual. El Batán, México.
- DEPARDON-MAUVISSEAU, B., 1952. Besoins en elements fertilisants des maïs hybrides. *C.R. Ac. Agr., 38:143-145.*
- DUNCAN, W.G., 1967. Corn yield to meet the challenge. IN: *Maximum crop yield - the challenge. American Society of Agronomy (publicação especial nº 9), Madison, Wis., p. 51-56.*
- DYNARD, T.B., TANNER, J.W. & DUNCAN, W.G., 1971. Duration of grain filling period and its relation to grain yield in corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci., 11:45-48.*
- EPSTEIN, E., 1972. *Mineral nutrition of plants: principles and perspectives.* John Wiley and Sons. Inc., New York, London. 412 pp.
- EPSTEIN, E. & JEFFERIES, R.L., 1964. The genetic basis of selective ion transport in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol., 15:169-184.*
- FERRARI, G. & RENOSTO, F., 1972. Comparative studies on active transport by excised roots of inbred and hybrid maize. *J. Agri. Sci., 79:105-108.*
- FOY, C.D. & BARBER, S.A., 1958. Magnesium absorption and utilization by two inbred lines of corn. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 22:57-62.*
- GALLO, J.R., HIROCE, R. & DE MIRANDA, L.T., 1968. A análise foliar na nutrição do milho. I. Correlação entre análise de folhas e produção. *Bragantia, 27:177-186.*
- GALVÃO, J.D., 1973. Comportamento do milho Piranão (braquítico - 2) e de milhos de porte normal em diferentes níveis de nitrogênio e populações de plantas. Piracicaba, SP. 106 pp. Tese (doutor) – ESALQ.
- GOODSELL, S.F., 1968. Potassium levels in mature seeds of normal and opaque - 2 maize. *Crop Sci., 8:281-282.*
- GORSLINE, G.W., RAGLAND, J.L. & THOMAS, W.I., 1961. Evidence for inheritance of differential accumulation of calcium, magnesium and potassium by maize. *Crop Sci., 1:155-156.*
- GORSLINE, G.W., THOMAS, W.I. & BAKER, D.E., 1964. Inheritance of P, K, Mg, Cu, B, Zn, Mn, Al, Fe concentration by corn (*Zea mays* L.) leaves and grain. *Crop Sci., 4:207-210.*
- HANWAY, D.G., 1967. Irrigation. IN: Pierre, W.H. et al. (eds.). *Advances in corn production: principles and practices.* The Iowa State University Press. AMES, Iowa., p. 155-175.
- HANWAY, J.J., 1962a. Corn growth and composition in relation to soil fertility. I. Growth of different plant parts and relation between leaf weight and grain yield. *Agron. J., 54:145-148.*
- HANWAY, J.J., 1962b. Corn growth and composition in relation to soil fertility. II. Uptake of N, P and K and their distribution in different plant parts during the growing season. *Agron. J.,*

- 54:217-222.
- HANWAY, J.J. & RUSSEL, W.A., 1969. Dry-matter accumulation in corn plants: comparisons among single-cross hybrids. *Agron. J.*, 61:947-951.
- JENNE, E.A., RHOADES, H.F., YIEN, C.H. & HOWE, O.W., 1958. Change in nutrient element accumulation by corn with depletion of soil moisture. *Agron. J.*, 50:71-74.
- JONES, W.J., Jr. & HUSTON, H.A., 1914. Composition of maize at various stages of its growth. *Indiana Agr. Expt. Sta. Bull.* 175.
- KOLLER, O.L. & MUNSTOCK, C.M., 1972. Distribuição da matéria seca, na planta durante o período de formação dos grãos, em seis cultivares de milho. *Anais da IX Reunião Brasileira de Milho. Recife*, p. 150-158.
- KRUG, C.A., 1966. O milho no mundo. IN: *Cultura e adubação do milho. Instituto Brasileiro de Potassa (ed.)*. São Paulo, SP, p. 11-19.
- LEITE, D.R. & PATERNIANI, E., 1973. Comportamento de milho (*Zea mays* L.) braquítico-2 em diferentes densidades de plantio. *Relatório Científico do Instituto de Genética – E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba*, 7:74-82.
- LIEBHARDT, W.C., 1968. Effect of potassium on carbohydrate metabolism and translocation. IN: Kilmer, V.J. et al. (eds.). *The role potassium in agriculture. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wis.*, p. 147-164.
- LOUÉ, A., 1963. Estudo comparativo das exigências minerais de algumas variedades de milho híbrido. *Fertilité*, 20:22-32.
- MALAVOLTA, E., HAAG, H.P., MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRº, M.O.C., 1974. *Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. Liv. Pioneira editora, São Paulo. 727 pp.*
- MENGEL, K., 1968. Exchangeable cations of plant roots and potassium absorption by the plant. IN: Kilmer, V.J. et al. (eds.). *The role of potassium in agriculture. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wis.*, p. 311-320.
- MIRANDA, L.T., 1966. Híbridos e variedades. IN: *Cultura e adubação do milho. Instituto Brasileiro da Potassa (ed.)*. São Paulo, p. 153-173.
- NELSON, L.B., 1956. The mineral nutrition of corn as related to its growth and culture. *Adv. Agron.*, 8:321-375.
- NELSON, W.L., 1968. Plant factors affecting potassium availability and uptake. IN: Kilmer, V.J. et al. (eds.). *The role of potassium in agriculture. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wis.*, p. 355-384.
- NEPTUNE, A.M.L., 1966. Estudos sobre adubação e diagnose foliar do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, SP. 167 pp. Tese (cátedra) – ESALQ.
- OLSON, R.A. & LUCAS, R.E., 1967. Fertility requirement: secondary and micronutrients. IN: Pierre, W.H. et al. (eds.). *Advances in corn production: principles and practices. The Iowa State University Press. Ames, Iowa.*, p. 285-330.
- PATERNIANI, E., 1973. Origem e comportamento do milho Piranão. *Relatório Científico do Instituto de Genética – E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba*, 7:148-160.
- PEASLEE, D.E., RAGLAND, J.L. & DUNCAN, W.G., 1971. Grain filling period of corn as influenced by phosphorus, potassium and the time of planting. *Agron. J.*, 63:561-563.
- PESEK, J., 1968. Potassium nutrition of soybeans and corn. IN: Kilmer, V.J. et al. (eds.). *The role of potassium in agriculture. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wis.*, p. 447-468.
- RANZANI, G., 1956. Levantamento da carta de solo da Seção Técnica "Química Agrícola" da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, SP. Tese (livre-docente) – ESALQ.

- ROBERTSON, W.K., THOMPSON, L. & HAMMOND, L.C., 1968. Yield and nutrient removal by corn (*Zea mays* L.) for grain as influenced by fertilizer, plant population, and hybrid. *Soil Sci. Amer. Proc.*, 32:245-249.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, SP. Departamento de Química, ESALQ (publicação especial).
- SAYRE, J.D., 1948. Mineral accumulation in corn. *Plant Physiol.*, 23:267-281.
- SAYRE, J.D., 1955. Mineral nutrition of corn. IN: Sprague, G.F. (ed.). *Corn and corn improvement*. Academic Press, Inc., New York, N.Y., p. 293-314.
- SOUBIES, L. & GADET, R., 1953. L'exportation d'éléments fertilisants par le maïs. *C.R. Ac. Agr.*, 39:176-178.
- TAVARES, F.C. & ZINSLY, J.R., 1972. Componentes da produção relacionados à heterose em híbridos intervarietais de milho (*Zea mays* L.). Relatório Científico do Instituto de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 6:96-116.
- TREGUBEMCO, M.J. & NEPOMNACIS, V.I., 1971. The water consumption of brachytic maize hybrids in relation to their yields. APUD: *Plant Breeding Abst.*, vol. 41, nº 2, p. 340.
- VIETS, F.G., 1962. Fertilizers and the efficient use of water. *Adv. Agron.*, 14:223-264.
- VOSE, P.B., 1963. Varietal differences in plant nutrition. *Herb. Abst.*, 33:1-13.
- VEINMANN, H., 1956. Studies on the chemical composition and nutrient uptake of maize. *Rhod. Agr. J.*, 53:168-181.

