

ACUMULAÇÃO DIFERENCIAL DE NUTRIENTES POR CINCO CULTIVARES DE MILHO (Zea mays L.)

ARNÓBIO GONÇALVES DE ANDRADE

Eng^o. Agr^o., Auxiliar de Ensino da
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

- ORIENTADOR -

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Uni-
versidade de São Paulo, para obtenção do
grau de Mestre.

PIRACICABA
ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

1975

*À minha esposa Jacira,
Aos meus filhos Ana Cristina e Alexandre,
Aos meus pais,*

DEDICO

A G R A D E C I M E N T O S

Ao concluir o presente trabalho, expressamos nossos sinceros agradecimentos:

- Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag, pela sua constante orientação, o que tornou possível a realização do presente trabalho.
- Ao Eng^o Agr^o Gilberto Diniz de Oliveira, pelo auxílio prestado nas análises químicas.
- Ao Prof. Dr. José Renato Sarruge, pela orientação nas análises estatísticas.
- Ao Prof. Dr. Ronaldo Silveira pela colaboração nos ensaios de campo.
- Ao Dr. Ladislav Sodek, pela versão do resumo para o inglês.
- Ao Prof. Flávio Lopes do Amaral, pelas sugestões apresentadas.
- Ao Prof. Dr. Ernesto Paterniani, pela cessão das sementes e esclarecimentos no tocante à parte genética.
- Ao Departamento de Matemática pelas análises feitas no Computador Eletrônico.
- À Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - Pe., pela oportunidade concedida.
- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba - SP., pela acolhida.
- À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasília - DF, pela bolsa concedida.
- À empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA), Brasília - DF, pela ajuda financeira.

ÍNDICE

	<u>página</u>
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Alguns aspectos genéticos da nutrição mineral	03
2.2. Acumulação de nutrientes e exportação destes pelas espigas..	11
2.3. Aspectos da diagnose foliar	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Crescimento	23
4.2. Acumulação de macronutrientes	28
4.2.1. Nitrogênio	29
4.2.2. Fósforo	32
4.2.3. Potássio	35
4.2.4. Cálcio	37
4.2.5. Magnésio	40
4.2.6. Enxôfre	43
4.3. Acumulação de micronutrientes	46
4.3.1. Cobre	47
4.3.2. Ferro	51
4.3.3. Manganês	53
4.3.4. Zinco	57
4.4. Diagnose foliar	60
4.5. Produção de grãos	65
4.6. Exportação de nutrientes	67
5. RESUMO E CONCLUSÕES	71
6. SUMMARY AND CONCLUSIONS - DIFFERENTIAL ACCUMULATION OF NUTRIENTS BY FIVE CULTIVARS OF CORN (<i>Zea mays</i> L.)	75
7. LITERATURA CITADA	78

ÍNDICE DE QUADROS

<u>Quadro</u>		<u>página</u>
1	Produção de matéria seca em g/planta e kg/ha em função da idade das plantas dos cultivares	24
2	Teor porcentual e quantidade de nitrogênio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento	30
3	Teor porcentual e quantidade de fósforo nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento . .	33
4	Teor porcentual e quantidade de potássio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento . .	36
5	Teor porcentual e quantidade de cálcio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento . .	38
6	Teor porcentual e quantidade de magnésio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento . .	41
7	Teor porcentual e quantidade de enxôfre nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento . .	44
8	Concentração e quantidade de cobre nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento . . .	48
9	Concentração e quantidade de ferro nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento . . .	52
10	Concentração e quantidade de manganês nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento . .	54
11	Concentração e quantidade de zinco nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento . . .	58
12	Concentração dos nutrientes na lâmina foliar (+ 4) aos 60 dias após a semeadura e produção de grãos	61

Quadro

página

13	Concentração dos nutrientes na lâmina da 1 ^a folha abaixo da espiga, na época do aparecimento do estilete-estigma	62
14	Produção de grãos, 15% de umidade, em g/planta e kg/ha, dos cultivares e o rendimento dos grãos (PG/PE). . . .	66
15	Teor porcentual e quantidade de macronutrientes exportados pela espiga do cultivar	68
16	Concentração e quantidade de micronutrientes exportados pela espiga do cultivar	69

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>página</u>
1	Curvas de regressão da quantidade de matéria seca (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares	25
2	Curvas de regressão da quantidade de nitrogênio (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares	34
3	Curvas de regressão da quantidade de fósforo (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares	34
4	Curvas de regressão da quantidade de potássio (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares	39
5	Curvas de regressão da quantidade de cálcio (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares	39
6	Curvas de regressão da quantidade de magnésio (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares	42
7	Curvas de regressão da quantidade de enxôfre (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares	42
8	Curvas de regressão da quantidade de cobre (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares	50
9	Curvas de regressão da quantidade de ferro (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares	50
10	Curvas de regressão da quantidade de manganês (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares	56
11	Curvas de regressão da quantidade de zinco (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares	56

1. INTRODUÇÃO

A produção final de uma cultura é o reflexo da interação entre diversos fatores que, fundamentalmente, estão ligados ao germoplasma e ao meio ambiente. A produção de uma planta traduz o potencial de cada um desses fatores e sua integração no indivíduo.

Nô passado, os geneticistas procuravam aumentar a produção final, sem se preocupar com o complexo de fatores envolvidos na interação genótipo - ambiente. Contudo, a adaptação da planta ao solo, clima, a resistência às doenças e ao acamamento, constituem hoje uma importante parcela dos estudos de melhoramento. A criação de plantas cada vez mais eficientes do ponto de vista fisiológico, é uma das preocupações da genética fisiológica, e que grandes contribuições trará para o aumento da produtividade (*DUNCAN, 1967; SPRAGUE, 1969; DONALD, 1968*).

Muitos progressos já se fizeram notar acerca dos aspectos genéticos da absorção, translocação e utilização dos nutrientes minerais (*EPSTEIN, 1972*).

Os problemas relacionados com a nutrição da planta geralmente se tem tentado resolver modificando as condições de solo. Contudo, há possibilidade de se tirar partido das diferenças genéticas entre plantas, com

vistas a adequá-la ao ambiente, com prováveis ganhos na produção, sem alterações muitas vezes dispendiosas nas práticas de cultivo. Este tipo de trabalho já havia sido sugerido, desde 1928, por *GREGORY & CROWTHER (1928)*.

No Brasil, embora o trabalho de melhoramento tenha alcançado um desenvolvimento elevado, de tal forma que os cultivares apresentam produções de até 15 t/ha em condições experimentais; não se tem um nível de conhecimento da fisiologia e nutrição mineral dos cultivares obtidos, compatível com a necessidade, embora inúmeros ensaios de adubação tenham sido conduzidos.

O presente trabalho tem a finalidade de aquilatar diferenças na acumulação de nutrientes e outros parâmetros vinculados, entre os cultivares: Agroceres 256, Agroceres 504, Centralmex, H-7974 e Piranão, todos de importância comercial, com base nas seguintes características:

- a) Acumulação de matéria seca;
- b) Produção de grãos;
- c) Acumulação de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn) em função do estágio de desenvolvimento;
- d) Análise de folhas para os nutrientes citados, em duas épocas de amostragem;
- e) Exportação de nutrientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Alguns aspectos genéticos da nutrição mineral

Os melhoristas têm desenvolvido diversas técnicas visando aumentar a produção das plantas cultivadas, ou, em outros casos, procurando dar maior resistência ao acamamento, às doenças, maior adaptabilidade ao clima e ao solo. No entanto, todos, ou pelo menos a maior parte dos trabalhos neste setor são baseados na observação de caracteres fenotípicos, facilmente observáveis ou mensuráveis pela intensidade dos parâmetros vinculados. Os aspectos fisiológicos e suas implicações na produção final da planta são geralmente sutis, e em grande parte, de difícil interpretação, escapando a atenção da maioria dos geneticistas (GERLOFF, 1963; EPSTEIN, 1972; SPRAGUE, 1969; BAKER *et al.*, 1970).

“ A herança dos caracteres fisiológicos, o modo de ação dos gens e a regulação da síntese enzimática são, entre outros, fenômenos que só nas últimas décadas começaram a ser estudados intensamente. Além disso, a maioria dos trabalhos nesse campo são conduzidos com microorganismos, devido à uma série de vantagens em relação aos organismos superiores. A complexidade da relação genótipo-fenótipo nestes organismos torna muito mais difícil a observação e controle da herança dos caracteres fisiológicos.

SPRAGUE (1969), observou que pouco se sabe sobre as causas bioquí-

micas, e por extensão, nutricionais, das diferenças nos potenciais de produção, que do ponto de vista fisiológico podem ser associados aos seguintes fatores: a) mecanismos de transferência de energia; b) taxa de assimilação líquida; c) translocação e utilização de fotossintetatos; d) absorção e utilização de nutrientes; e) eficiência do uso da água; f) utilização das substâncias promotoras do crescimento. A adaptação da planta ao ambiente pode determinar seu potencial de produção nesse ambiente.

Segundo *GERLOFF (1963)*, o conteúdo de nutrientes da planta pode indicar características comuns entre ambientes particulares.

Os nossos objetivos centrais nesta parte da revisão são: a) como determinadas variedades diferem em relação a absorção e utilização de nutrientes minerais; b) qual a relação entre eficiência de absorção e a produção de grãos em milho.

Algumas revisões já foram feitas sobre a influência do germoplasma na absorção, translocação e utilização de nutrientes nas plantas. Destacamos as apresentadas por: *GERLOFF, 1963; EPSTEIN & JEFFERIES, 1964; VOSE, 1963; SPRAGUE, 1969; e EPSTEIN, 1972.*

Desde há muito, que o interesse dos pesquisadores foi despertado para o fato que mutantes de milho apresentavam características nutricionais diferentes das linhagens normais. Provavelmente, o primeiro caso de absorção diferencial intraespecífica descrito, foi apresentado por *Bourquet (1899)*, citado em *VOSE (1963)*, para o fósforo em milho. Contudo, um dos primeiros casos em que se constatou o controle genético de deficiência mineral foi com o milho chamado por *BEADLE (1929)*, de "yellow stripe" (ys), ou estirpe amarela, um mutante mendeliano recessivo, que segundo ele, poderia ser devido a uma inadequada taxa de transporte de alguma substância essencial, da, ou para a região intervascular.

Esta linhagem (ys₁/ys₁) foi estudada posteriormente por *BELL et al. (1958, 1962)*, verificando que, fisiologicamente, este amarelecimento é devido a uma deficiência de ferro na planta, e que a lesão deve estar localizada nas raízes, pois parece relacionado à absorção, e não a utilização deste nutriente.

BROWN (1967); *BROWN & BELL (1969)*; e *BROWN & AMBLER (1970)*, estudaram as características fisiológicas da linhagem ys_1/ys_1 , em relação a linhagem Pa-54, que é eficiente na absorção de ferro. Verificaram que a linhagem "eficiente", tende a modificar o meio quando a disponibilidade deste elemento é baixa. As modificações foram resumidas por *BROWN et al. (1972)*, da seguinte maneira:

- a) Íons hidrogênio são excretados pelas raízes;
- b) Compostos redutores são excretados pelas raízes de algumas plantas;
- c) A taxa de redução de Fe^{+++} a Fe^{++} aumenta na superfície da raiz;
- d) Ácidos orgânicos (particularmente citrato) aumentam na seiva da raiz.

Apesar de estar em parte elucidado, ainda perdurava a dúvida se o controle exercido pelas raízes na absorção do ferro é um mecanismo interno ou externo. Para o conhecimento deste aspecto, *CLARK & BROWN (1974-a)*, cultivaram os genótipos ys_1/ys_1 (ineficiente) e WF9 (eficiente), em solução nutritiva, separadamente e juntos. A presença da linhagem "eficiente" não beneficiou, em nada, a outra, embora aquela tenha liberado algumas substâncias redutoras para a solução. Concluíram estes autores, que os fatores para "eficiência" devem agir internamente, e não externamente.

As linhagens ineficientes para a absorção de ferro têm maiores concentrações de fosfato ($H_2PO_4^-$), cobre (Cu^{++}), e outros íons antagônicos ao Fe^{++} . Bem como, quando o suprimento deste nutriente é adequado, as diferenças entre os dois tipos de linhagens diminuí acentuadamente (*BROWN et al., 1972*).

Outro elemento pesquisado com relação aos aspectos genético-fisiológicos, tais como, absorção, translocação e utilização, é o fósforo. *De Tink et al. (1933)*, citados em *VOSE (1963)*, observaram diferenças marcantes nas respostas de dois híbridos simples à adubação fosfatada. O cruzamento que respondeu ao fosfato deu uma maturação mais precoce e aumentou a produção. No entanto, o cruzamento que não respondeu ao acréscimo no suprimento de P, foi mais eficiente na absorção deste nutriente a partir de suprimento limitado.

SMITH (1934), testou diversas linhagens de milho e seus respectivos híbridos, em diversos níveis de fósforo e nitrogênio, usando areia, solução nutritiva e misturas solo/areia. O comportamento das linhagens foi bastante diferente, especialmente em baixo suprimento de fosfato; e os híbridos simples mostraram uma tendência acentuada para se comportar como o parente mais eficiente. O cruzamento entre linhagens eficientes não mostrou complementariedade de gens, nem o cruzamento entre linhagens ineficientes mostrou estímulo fisiológico para o aproveitamento do fósforo. O autor propôs, que, a maior proporção de raízes secundárias e a dominância dos caracteres de raiz ramificada, podem ser a explicação para esta maior eficiência de absorção.

LYNESS (1936), cultivou 21 variedades de milho em diferentes níveis de fósforo, em sílica e solução nutritiva. Encontrou respostas diferentes, em termos de produção e na capacidade de absorver fosfato ($H_2PO_4^-$); havendo correlação entre a eficiência para absorção de fósforo e o número de raízes secundárias. Além disto, devido à presença de maior quantidade de açúcares nas linhagens ineficientes, sugeriu que há maior taxa de respiração radicular nas linhagens eficientes.

RABIDEAU et al. (1950), trabalhando com fósforo radioativo, mostraram diferenças na absorção de duas linhagens e três híbridos, e estabeleceram uma correlação entre o volume de solo explorado pelas raízes e a capacidade de acumulação de nutrientes dos germoplasmas.

É provável que o aumento da superfície ativa da raiz seja o principal fator para eficiência de absorção de fósforo (*SNIDER, 1953*), embora, se este mecanismo for verdadeiro, deve haver aumento na absorção de todos os nutrientes (*EPSTEIN, 1972*). Além disso, há uma enorme variabilidade na taxa de absorção de fosfato na área de exposição das raízes, a qual é geneticamente controlada (*BAKER et al., 1970*).

BARBER et al. (1967), mostraram que a acumulação de fósforo em plântulas de milho, é geneticamente controlada, e pelo menos dois gens estão envolvidos, com a possibilidade de dominância para um baixo teor de P. Em trabalho mais recente, *BARBER & THOMAS (1972)*, usando as linhagens Pa-83, com baixo teor de fósforo nas folhas, e Pa-94, com alto teor, obtiveram diferenças significativas entre as progênies semi-estéreis e férteis.

Mostraram ainda, que a expressão dos gens relativos à acumulação de P nas folhas pode ser grandemente afetada pelas propriedades do solo. O número de fatores genéticos que controlam o acúmulo relativo de P nas folhas foi calculado em, no mínimo, seis.

PHILLIPS et al. (1971-a), trabalhando com raízes destacadas, mostraram que a cinética de absorção de fósforo é diferente para as variedades de alta e baixa acumulação, e sugerem que dois mecanismos diferentes, geneticamente controlados, devem estar envolvidos. O Km encontrado foi de 2×10^{-1} , e 10^{-4} (moles de P/litro de solução), respectivamente, para baixa e alta intensidade de acumulação.

Fisiologicamente, alguns compostos são importantes na acumulação diferencial de P por variedades de milho. O nível de ortofosfato é diferente (*PHILLIPS et al., 1971-b*); há maior síntese de proteínas que podem se ligar a este íon (*BAKER et al., 1971*); e, foi também observado, que as variedades que melhor respondem à adubação fosfatada, aumentam a taxa de transporte de monossacarídeos para as raízes (*KLIMASHEVSKII, 1966*).

A acumulação de P, geneticamente controlada, não é afetada pela absorção de outros elementos, como K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, B, Al, Sr e Zn (*BARBER et al., 1967*). Contudo, *BAKER et al. (1971)*, trabalhando com subpopulações selecionadas para alto e baixo teor de fósforo nas folhas, mostraram que o aumento na absorção de P acarreta aumento significativo na concentração de S, Ca, Cu e B nas plântulas; e nas folhas pode estar associado a uma maior concentração de N, e menor de Fe, Al e, possivelmente, Mn.

Grande parte desses trabalhos foram conduzidos na Pennsylvania Agricultural Experiment Station, nos Estados Unidos da América, que há muito vem se preocupando com as diferenças inter-varietais na nutrição do milho.

Uma das afirmações interessantes que encontramos nos trabalhos de *LYNESS (1936)*; *BARBER et al. (1967)*; *BAKER et al. (1970)*, e *BAKER et al. (1971)*, é que o caráter genético para maior acumulação de fósforo, não é, necessariamente, traduzido em maior produção de grãos. Assim, as linhagens que apresentam baixa acumulação devem fazer uma certa economia desse nutriente, através de uma maior taxa de conversão de nutriente em grão.

GORSLINE et al. (1964), investigaram a extensão e modo de variação da concentração de onze elementos químicos nas folhas, para estimar as interações genótipo X ambiente nas linhagens puras e respectivos híbridos da geração F_1 . Encontraram diferenças significativas para o fósforo e magnésio na palha, mas não no grão, manifestada pela ação de gens aditivos. A acumulação de certos nutrientes na palha, ou mesmo no grão, pode ser controlada geneticamente. As diferenças entre gerações são mais difíceis de analisar, pois diferem drasticamente em seus efeitos heteróticos.

Estes mesmos autores acreditam que o controle genético deve ser mais acentuado em relação à distribuição dos nutrientes na planta, que em relação a absorção em si.

Isto também foi verificado para o magnésio por *FOY & BARBER (1958)*, em duas linhagens de milho. Uma delas, Indiana WF9, tem muito mais Mg nas folhas que a Ohio 40B, que por sua vez, tem muito maior conteúdo deste nutriente no colmo. Há, portanto, um desequilíbrio na distribuição do elemento nas diversas partes da planta.

BAKER et al. (1967), mostraram que a concentração de certos nutrientes nas folhas, assim como, certas relações iônicas, tais como, P/Zn, Mg/Sr e Ca/Mg, estão sob controle genético parcial.

Esse controle genético foi também observado por *CRAIG & THOMAS (1970)*, para as concentrações de K e Sr, na palha e na espiga. Verificaram que as concentrações destes elementos n'aquelas partes, podem ser preditas para os híbridos duplos a partir dos dados dos híbridos simples.

A deficiência de cálcio no milho é melhor tolerada por algumas linhagens que por outras. *De Turk (1951)*, citado em *VOSE (1963)*, encontrou uma linhagem amarelo dentado que necessitava de 50 ppm de Ca no solo, enquanto uma variedade de polinização aberta podia crescer com 10 ppm.

No Brasil, *HAAG et al. (1971)*, estudaram oito populações de milho distintas quanto à morfologia e à origem, sendo a maioria delas indígenas, ou da região de São Paulo. Verificaram que o comportamento destas linhagens em relação à acumulação de macronutrientes, é bastante diferente. Estas diferenças foram particularmente acentuadas em relação ao nitrogênio e fósforo, em todas as partes da planta, enquanto os outros nutrientes

mostraram diferenças em determinados órgãos.

O mecanismo da eficiência de utilização do nitrogênio ainda é, em grande parte, desconhecido, devido ao pouco conhecimento dos sistemas enzimáticos envolvidos (VOSE, 1963). No entanto, variedades que possuem maior conteúdo de proteínas solúveis, também apresentam maiores níveis de redução do nitrato, cuja atividade é controlada geneticamente por dois "loci" (WARNER *et al.*, 1969).

Os híbridos que apresentam maior teor de proteínas solúveis, também dão maiores produções em altas populações (HAGEMAN *et al.*, 1961).

A absorção e utilização das formas iônicas do nitrogênio foram estudada por HARVEY (1939), cultivando 27 linhagens de milho amarelo dentado, 6 linhagens de milho doce e 4 outras variedades; em solução nutritiva, empregando nitrogênio amoniacal e nítrico. Mostrou que as diferentes linhagens têm comportamento diverso em relação a estas formas, principalmente em relação ao amônio. Sugeriu, que há uma dominância parcial do complexo genético para utilização eficiente do nitrogênio amoniacal, ou uma dominância dividida entre os fatores de eficiência e ineficiência.

Recentemente, BROWN & CLARK (1974), estudaram o comportamento das variedades Pa-36 e WH, em condições de solo deficiente em molibdênio. A linhagem WH cresceu muito melhor que a outra quando era baixo o suprimento de Mo. Quando a quantidade deste nutriente no solo era suficiente, as duas variedades cresceram igualmente, e mostraram ter as mesmas exigências. Pode-se interpretar estes dados como uma modificação no sistema de absorção de molibdênio.

Em relação ao zinco, HALIM *et al.* (1968), verificaram que o grau de deficiência deste elemento depende do genótipo, sendo que algumas linhagens apresentam deficiência mais acentuada no início do ciclo, e outras no final.

Para cada tipo de problema apresentado pelo solo deve existir um cultivar mais adequado para superá-lo. Isto foi demonstrado por CLARK & BROWN (1974-b), cultivando diversas linhagens de milho em solos conhecidos como deficientes em Fe, Zn, Mg, Ca, Cu, e toxidez de Al e Mn. Foram encontradas diferenças marcantes na suscetibilidade à deficiência, e, ou tole-

rância ao excesso de certos elementos minerais. Isto demonstra que é possível melhorar a relação entre a planta e o solo, pelo melhoramento da planta.

O controle genético se faz presente também no transporte dos nutrientes. Durante o desenvolvimento da raiz, os genes podem desenvolver um sistema de transporte mais ou menos ativo (EPSTEIN & JEFFERIES, 1964; EPSTEIN, 1972). Assim, o transporte dos íons da raiz para a parte aérea é consistentemente maior nos híbridos que nas linhagens (FERRARI & RENOSTO, 1972).

A relação entre a nutrição mineral e a produção de grãos é complexa, e de certo modo indireta. A sua ação deve ser efetiva pelo desenvolvimento de maior área foliar (ASHBURN, 1971), maior produção de matéria seca na planta toda (HANWAY, 1962), e no aumento da taxa e tempo de enchimento dos grãos (PEASLEE *et al.*, 1971), fatores de diferença na produtividade dos cultivares (DYNARD *et al.*, 1971). Além disso, uma maior disponibilidade de nutrientes permite maior população efetiva no campo (GALVÃO *et al.*, 1969; ASHBURN, 1971).

° No Brasil, VIEGAS & VENTURINI (1963), estudaram as diferenças entre os cultivares H-6999, Asteca e Cateto, em 32 ensaios espaçamento X variedade X adubação. Observaram que o híbrido duplo H-6999 é sempre mais produtivo que os outros, e que as diferenças se acentuam em solos de maior fertilidade. É provável que um sistema radicular mais profundo e volumoso seja a causa dessas diferenças (SNIDER, 1953; VOSE, 1964), embora as características agronômicas não estejam diretamente associadas a maior volume de raízes (WHALEY *et al.*, 1950; ANDREW & SOLANSKI, 1966).

Quando plantas sexualmente reproduzíveis, de uma mesma espécie, diferem em uma ou mais características geneticamente controladas, pode-se tornar ótimas as características destas plantas através do melhoramento (EPSTEIN, 1972). Assim, é provável que, diferentes germoplasmas de milho reajam diferentemente em relação à fertilidade do solo, e, neste caso, podemos pensar que algumas plantas, ou variedades, podem ser melhoradas para dar melhores produções sob condições de baixa fertilidade, baseadas em uma baixa taxa de absorção e melhor utilização dos nutrientes minerais (BARRIGA BEZANILLA, 1971; SPRAGUE, 1969; BROWN, 1972; CLARK & BROWN, 1974-b).

2.2. Acumulação de nutrientes e exportação destes pelas espigas

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).

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.

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

A acumulação de matéria seca já fora estudada por Bair (1942), ci

tado 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 trabalho 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 pendoamento (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 & MUMSTOCK (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 maior 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.

MALAVOLTA & GARGANTINI (1966), e *MALAVOLTA et al. (1974)*, apresentam os resultados de diversos pesquisadores sobre a retirada de nitrogênio, fósforo e potássio por hectare. Há uma enorme diferença entre as quantidades encontradas por diferentes pesquisadores. Por exemplo, para 5000 kg de grãos, há registro de 84 a 187 kg de nitrogênio; 42 a 63 kg de fósforo; e 30 a 110 kg de potássio; apesar de não haver referência de onde está contido esta quantidade de nutrientes, se na planta toda, ou no grão.

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

Parte da Planta	E l e m e n t o		
	N	P	K
	kg/ha		
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 10^a 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 *LOUË (1963)*, que comparou as exigências de N, P e 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.

2.3. Aspectos da diagnose foliar

As bases do método da diagnose foliar foram lançadas por *LAGATU & MAUMÉ (1926, 1930)*, que estabeleceram os conceitos de diagnose foliar como sendo, "o estado químico de uma folha, tomada em determinado momento"; e diagnose anual, "o estado químico dessa folha, tomada em diversas épocas do ciclo vegetativo".

Várias revisões já foram apresentadas sobre o assunto. Destacamos as de: *GOODALL & GREGORY (1947)*; *ULRICH (1948)*; *PREVOT (1953)*; *CHAPMAN (1966)*; *ALDRICH (1973)*; *MUNSON & NELSON (1973)*; e a de *JONES JR. & ECK (1973)*, especialmente sobre milho e sorgo.

Uma das relações mais importantes na análise de planta para fins de diagnóstico nutricional é a que envolve a produção, a concentração de nutrientes na planta, e os níveis de nutrientes no solo (*MUNSON & NELSON, 1973*). A relação entre o teor porcentual do nutriente na folha e a produção final da planta, é usada para determinar o chamado "nível crítico", ou concentração ótima de nutrientes na planta. Este conceito foi estabelecido por *MACY (1936)*, como "o ponto de inflexão superior da curva produção X teor do nutriente", sendo depois atualizado por *ULRICH (1948)*, que substituiu o conceito de "ponto" por "faixa" de teores, abaixo da qual, a produção é prejudicada.

CHAPMAN (1967), apresentou um tipo de curva mais ajustada para a relação concentração X crescimento, onde mostra o efeito de diluição sobre a concentração de nutrientes em determinado órgão da planta. Este aspecto é muito importante na escolha da época certa para a coleta de amostra, em relação à idade fisiológica do órgão amostrado.

Estes aspectos da diluição foram extensivamente estudados por *STEENBJERG (1951)*; *STEENBJERG & JAKOBSEN (1963)*; *BATES (1971)*; *TERMAN et al. (1972-a)*; *TERMAN et al. (1972-b)*; *TERMAN et al. (1973)*; *TERMAN & ALLEN (1974)*, entre outros. Em todos estes trabalhos encontramos que a porcentagem de determinado nutriente, em qualquer parte da planta, depende da época de amostragem.

DUMENIL (1961), introduziu o conceito da influência do equilíbrio entre nutrientes sobre os níveis críticos. Usando o método da regressão múltipla curvilínea, e calculando a concentração crítica como sendo a que dá 95% da produção máxima, mostrou que o nível crítico de N ou de P, não é um ponto, nem uma faixa estreita de valores, mas inclui uma larga faixa, dependendo de como ele é definido, e do nível dos outros nutrientes.

Isso foi comprovado por *HYLTON et al. (1967)*, os quais mostraram que o nível crítico de K nas folhas de erva castelhana (*Lolium multiflorum*, Lam., *Tifton*), varia de 0,8 a 3,5% da matéria seca, dependendo da concen-

tração de Na neste órgão.

PECK et al. (1969), empregaram este método, com o uso de uma polinomial quadrática, para avaliar a relação entre a produção de milho e o nível de 10 elementos nas folhas. Usando os níveis dos nutrientes como variáveis independentes, verificaram diversos efeitos significativos e interações, e mostraram que o nível crítico de qualquer nutriente varia com os níveis foliares dos outros elementos. Portanto, os valores de níveis críticos de um elemento devem ser especificados para cada teor dos outros nutrientes.

Estes mesmos aspectos foram estudados por *VOSS et al. (1970)*, que trabalharam com 575 parcelas, em 23 experimentos. Mostraram que a regressão linear, ou quadrática, para um só nutriente, dá baixas correlações com a produção. Uma equação satisfatória, contendo termos lineares, quadráticos e interações para N, P e fatores ambientais, é mais adequada. O conteúdo de nutrientes da folha, para 95% da produção máxima predita variou com a cultura anterior, com a população, o potencial de produção do solo e umidade do solo.

Mais recentemente, *WALKER et al. (1972)*, estudaram as relações entre a composição da folha de milho em condições de alta e baixa produção de grãos. Dividindo as variedades em dois grupos, e estabelecendo uma produção limite entre as duas categorias de 134 bushels/acre (o que corresponde a 11.650 litros por hectare), mostraram que os coeficientes de regressão estatisticamente significativos, são diferentes. Na categoria de alta produção, foram significativos os coeficientes lineares para K, Mn e B, e quadráticos para Mn, Fe, Zn e B. Na categoria de baixa produção, foram significativos os coeficientes de regressão linear para Zn, e quadrática para K, P e Mn. As interações na categoria de baixa produção foram principalmente, entre Mn e vários elementos, e na categoria de alta produção, entre Ca e alguns elementos, e P com outros.

Outro método de análise da nutrição potássica foi proposto por *WILCOX & COFFMAN (1972)*, que compararam o teor de K nas folhas novas e velhas. Eles sugerem que, se o conteúdo de K nas folhas velhas é maior ou igual ao das folhas novas, a nutrição potássica é suficiente. Caso contrário, há necessidade de adubação.

A época de amostragem é importante. Autores diversos pesquisaram este aspecto da diagnose foliar, e em muitos casos chegaram a conclusões bastante diferentes, e às vezes contraditórias.

VIETS et al. (1954), trabalhando com várias folhas e épocas de amostragem, verificaram que as melhores correlações entre teor de nutrientes nas folhas e produção de grãos, são obtidas com a 2ª folha abaixo da espiga, na época do aparecimento da inflorescência feminina.

Segundo *NEPTUNE (1966)*, idades diversas podem mostrar correlações para nutrientes diferentes. As amostragens feitas antes, ou no aparecimento da inflorescência feminina são mais significativas para o nitrogênio, e em menor grau para o fósforo; enquanto, as coletas tardias dão melhores correlações para o potássio.

Além da variedade e época de amostragem, alguns fatores, especialmente climáticos, têm influência na composição percentual de elementos nas folhas. A água, por exemplo, quando carente, reduz, em certa extensão, o teor de nutrientes na folha (*VOSE, 1970; LOCKMAN, 1971*). A temperatura e o manejo da cultura influem, tanto na taxa de absorção, quanto na taxa de crescimento; refletindo-se na porcentagem de nutrientes nas folhas (*MUNSON & NELSON, 1973*).

Poucos estudos foram conduzidos sobre a importância da variedade na diagnose foliar. Mesmo assim, sabe-se que a concentração atual de um nutriente na planta é reflexo da genética e do ambiente, embora, a grande maioria dos estudos conduzidos sejam voltados para o segundo aspecto.

RIVARD & BANDEL (1974), trabalhando com diversos híbridos e variedades, em Maryland, utilizando parcelas uniformemente adubadas, e amostrando a planta inteira com 60 a 90 cm de altura, e a folha da espiga na fase de pendoamento, mostraram que existe diferenças pequenas, mas estatisticamente significativas, entre cultivares, para N, P, K, Ca e Mg. Contudo, exceto para os níveis de P em duas variedades, todos os valores estavam dentro dos limites esperados para as diversas partes da planta e estágio de crescimento. Concluíram que, para os híbridos comercialmente importantes, o cultivar não tem importância crítica na interpretação dos resultados das análises das plantas. Deve-se, portanto, estabelecer níveis de concentração de nutrientes nas folhas, ou outros órgãos da planta, para de

terminada região, de acordo com as variedades mais representativas, ou híbridos mais plantados.

STIVERS et al. (1970), observaram que alguns dos principais híbridos variam na concentração de nutrientes nas folhas. Usando três híbridos, em diferentes populações e por três anos consecutivos, obtiveram variações significativas para o potássio entre híbridos.

Observando-se os dados coletados por *LOUË (1963)*, verifica-se que a percentagem de certos nutrientes, como o nitrogênio por exemplo, sofrem efeito de diluição se compararmos os dados de variedades altamente produtivas com as de menor produção. Mas, as variedades que têm níveis de produção similares também apresentam concentrações de nutrientes nas folhas que se equiparam.

AGBOOLA (1972), trabalhando com oito variedades de milho, na Nigéria, verificou que, apesar das diferenças de produção, os níveis críticos podem ser agrupados em uma faixa de teores relativamente estreita, e que atende a todos os cultivares utilizados. As altas doses de nutrientes baixaram a produção em certas variedades, enquanto outras não foram afetadas. Isto, provavelmente, se deve à variação no balanço entre nutrientes.

Segundo *BAKER et al. (1970)*, a influência do híbrido na composição da folha varia de acordo com seu "background" genético, e que este controle é apenas parcial. As correlações entre a disponibilidade de nutrientes no solo e a composição da folha é complexa, e as interações entre nutrientes e híbridos podem se manifestar em certos casos, e outros não.

Os valores de níveis críticos obtidos por diversos pesquisadores, e as faixas mais adequadas apontadas são apresentadas a seguir.

- Níveis críticos (ou faixa de teores adequados) encontrados nos cultivares. Dados expressos em função da matéria seca.

Autor(es)	Órgão amostrado	Época de amostragem	Nutrientes					
			N%	P%	K%	Ca%	Mg%	S%
TYNER (1946)	6ª folha a partir da base	inflorescência feminina	2,90	0,295	1,30			
BENNET et al. (1953)	6ª folha a partir da base	inflorescência feminina	2,80-3,0	0,17-0,21	1,42-2,12			
WITTELS & SEATZ (1953)	"folhas"	60 dias após o plantio			1,50-1,70			
DELONG et al. (1953)	6ª folha a partir da base	60 dias após o plantio			1,40-2,04			
VIETS et al. (1954)	2ª folha abaixo da espiga	inflorescência feminina	2,83		1,90-2,80			
REICHMAN et al. (1959)	2ª folha abaixo da espiga	inflorescência feminina	2,75-3,60					
HANWAY et al. (1962)	folha oposta à espiga	inflorescência feminina			2,0			
LOUE (1963)	2ª folha abaixo da espiga	inflorescência feminina			1,60-1,80			
NEPTUNE (1966)	folha oposta à espiga	inflorescência feminina	3,27	0,293				
PEASLEE & MOSS (1966)	folha da espiga	pendoamento			0,15			
JONES (1967)	folha da espiga	pendoamento	2,75-3,50	0,25-0,40	1,70-2,50	0,21-1,00	0,21-0,60	
GALLO et al. (1968)	folha +4	60 dias após o plantio	2,9	0,23	1,70-2,70			
LOCKMAN (1969)	planta inteira	30-45 dias após-emergência	3,50-5,0	0,40-0,80	3,0 -5,0	0,90-1,60	0,3 -0,8	0,2 -0,3
MELSTED et al. (1969)	folha da espiga	pendoamento	3,00		1,90	0,40	0,20	
NEUBERT et al. (1969)	folha da espiga	inflorescência feminina	2,60-4,0	0,25-0,50	1,70-3,0	0,21-1,00	0,31-0,50	0,21-0,51
AGBOOLA (1972)	folha da espiga	inflorescência feminina	3,1 -3,25	0,23-0,27	2,25-2,75			
			Bppm	Cuppm	Fpppm	Mpppm	Zpppm	
LOCKMAN (1969)	planta inteira	30-45 dias após-emergência	7-25	7-20	50-300	50-160	20-50	
NEUBERT et al. (1969)	folha da espiga	inflorescência feminina	15-90	8-20	21-250	34-200	50-150	
JONES (1972)	folha da espiga	inflorescência feminina	4-25	5-30	20-350	20-300	20-50	

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os seguintes cultivares de milho (*Zea mays* L.), provenientes do banco de germoplasma pertencente ao Instituto de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz" e da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo:

- AGROCERES 256 - Híbrido duplo comercial, produzido por Sementes Agroceres S.A.;
- AGROCERES 504 - Híbrido duplo comercial, produzido por Sementes Agroceres S.A., e que apresenta em seu genoma o gene opaco-2;
- CENTRALMEX - Variedade obtida pelo Instituto de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz", resultante do cruzamento entre Píramex e América Central, e posterior seleção;
- H - 7974 - Híbrido duplo comercial, produzido pelo Instituto Agronômico de Campinas;
- PIRANÃO - Cultivar obtido no Instituto de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz", resultante do cruzamento entre o Píramex III, e Tuxpeño (br₂br₂). Este milho ain

da se acha em fase de seleção para estabilização do porte anão. Embora não seja plantado em larga escala, é um dos cultivares que apresenta grande interesse, pois poderá ser a solução para os problemas de acamamento, e, permitir maiores densidades de plantio.

O experimento foi conduzido em um dos campos experimentais do Departamento de Solos e Geologia da E.S.A. "Luiz de Queiroz", no município de Piracicaba (alt. 540 m). O solo foi classificado como Regossol, série Sertãozinho, possuindo, segundo *RANZANI (1956)*, no local do experimento, um teor de 20 a 30% de argila na camada superficial; e os seguintes níveis gerais de fertilidade, quando comparados com os índices estabelecidos pelo Instituto Agrônomo de Campinas, para o Estado de São Paulo (*MUTKE, 1972*):

pH : 5,60 - 5,69 (fracamente ácido)

PO_4^{3-} : 0,20 - 0,44 (médio a alto)

K^+ : 0,07 - 0,12 (baixo)

$Ca^{++} + Mg^{++}$: 2,00 - 4,40 (médio a alto)

Al^{+++} : 0,30 - 0,60 (aceitável)

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (cultivares), e quatro repetições. As fileiras foram espaçadas de um metro entre si. As parcelas possuíam 20 metros de comprimento e cinco metros de largura, com uma área útil de 54 metros quadrados.

O plantio foi realizado no dia 19 de outubro de 1972. Foram abertos sulcos de 20 cm de profundidade, e aplicado cerca de 86 gramas da fórmula 30 - 120 - 70, por metro linear, sendo esta bem misturada com a terra do fundo do sulco. A semeadura foi feita à mão, colocando-se oito sementes por metro linear.

A germinação se deu cerca de onze dias após o plantio. Vinte dias após a germinação, procedeu-se o desbaste, deixando-se cinco plantas por metro linear, o que deu uma população de 50.000 plantas/ha; e fez-se a co-

bertura com 33 g/metro linear, da fórmula: 50 - 0 - 45, aplicada entre as linhas.

Para combater as pragas, a cultura foi pulverizada com inseticida à base de heptacloro, contra a "lagarta do cartucho", e mais tarde, para se combater a *Diatraea saccharalis* Fabr., foi empregado um inseticida clorado.

A partir de 20 dias após a germinação, e a intervalos de 20 dias até aos 120 dias, foi colhida 1 planta por parcela, sempre dentre cinco plantas competitivas; a qual foi cortada rente ao solo, e separada em "colmo + folhas", pendão e espiga.

Nas épocas determinadas (60 dias após o plantio e no florescimento), foram colhidas, ao acaso, as folhas (+ 4*), na primeira amostragem, e a folha da inserção da espiga na segunda, de 5 plantas por parcela, para fins de diagnose. Na primeira amostragem, só foi aproveitado o terço médio da lâmina foliar, enquanto na segunda, foi analisada a folha inteira.

Quando os grãos apresentavam cerca de 15% de umidade, aproximadamente aos 130 dias, foram colhidas as espigas de 30 plantas. Determinou-se a umidade dos grãos no aparelho eletrônico Steinlite. Os pesos dos grãos foram corrigidos para 15% de umidade.

As amostras colhidas, após a pesagem, foram descontaminadas para determinação de micronutrientes (exceto as espigas de coleta final), segundo as recomendações de SARRUGE (1972). Após ligeira secagem ao sol, foram postas a secar à temperatura de 70 - 75°C, em estufa de circulação forçada de ar.

Após a secagem, o material foi moído em moinho semi-micro com peneira de 40 malhas/pol., acondicionado em sacos de papel, e posteriormente analisado para os teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, e

* Designada por GALLO, J.R. & F.A.S. COELHO, 1963 (Bragantia, 22: 537 - 548), como a quarta folha a partir do ápice, sendo a primeira a mais alta em que a interseção da lâmina com a bainha é visível.

Zn, sendo que o B foi analisado apenas nas amostras da parte vegetativa colhidas aos 80 dias. Os métodos de análise usados foram os convencionais, utilizados na área de Nutrição de Plantas do Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz", e descritos em *SARRUGE & HAAG (1974)*.

Os dados ~~obtidos~~ foram analisados estatisticamente segundo o modelo descrito, para o delineamento experimental utilizado, por *PIMENTEL GOMES (1973)*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. 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 eles.

A expressão matemática do crescimento foi obtida através da análise de regressão. A escolha da curva recaiu sobre aquela de maior grau, até

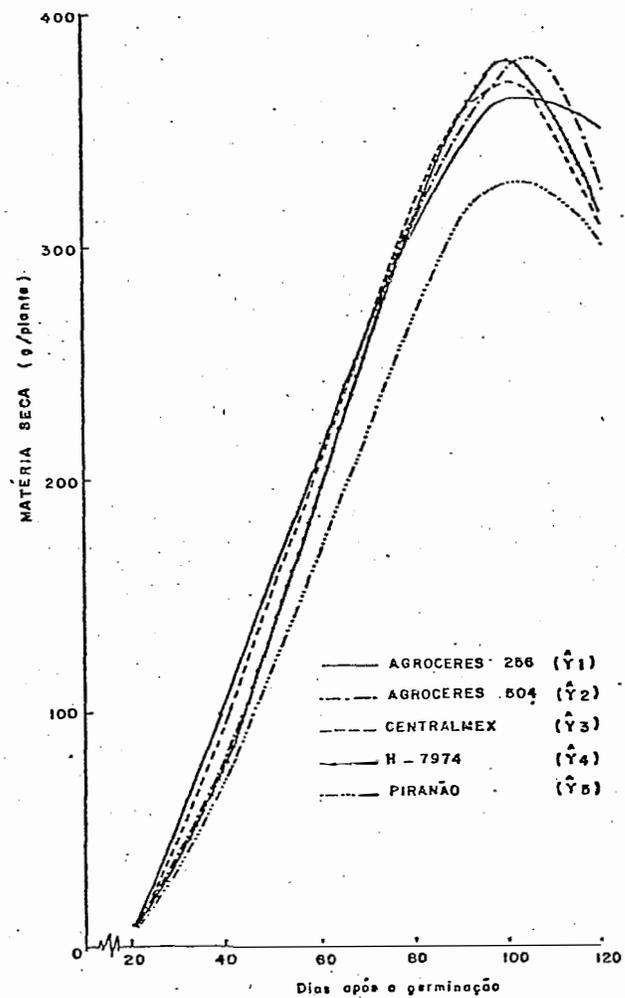
Quadro 1. Produção de matéria seca em g/planta e kg/ha em função da idade das plantas dos cultivos.

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*						
AGROCERES 256	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
	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
AGROCERES 504	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
	espiga					7,4	370	119,3	5965	177,2	8660	170,6	8530
	total	6,0	300	76,2	3810	181,7	9085	327,6	16380	366,9	16930	326,7	16335
CENTRALMEX	colmo + folhas	5,7	285	82,6	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
	espiga					7,6	380	111,4	5570	161,2	8060	186,8	9340
	total	5,7	285	82,6	4130	196,8	9940	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
	pendão					11,6	590	6,8	340	5,1	255	5,1	255
	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
PIRANÃO	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
	espiga					4,8	240	129,0	6450	184,0	8200	183,7	9185
	total	5,7	285	60,9	3045	164,8	8240	306,4	15320	295,0	14750	311,3	15565

* Calculado e base de 50.000 plantas por ha.

F.	colmo + folhas	1,02	3,30*	0,50	4,26*	4,88*	1,73
	pendão			2,86	0,93	3,43*	3,59*
	espiga			1,34	0,48	1,12	0,49
	total			0,81	0,71	2,02	0,91
O.M.S. pendão (Tukey(5%)espiga)	colmo + folhas	n.s.	34,7	n.s.	53,1	52,3	n.s.
	pendão			n.s.	n.s.	1,2	2,8
	espiga			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%	13,21%
	pendão			27,31%	27,31%	11,29%	24,90%
	espiga			68,10%	21,52%	14,06%	16,23%
	total	16,67%	19,33%	18,66%	12,72%	12,19%	10,44%

o 4º grau, cujo componente mais elevado foi significativo. As curvas correspondentes constam da Figura 1, na qual observa-se que o crescimento dos cultivares utilizados obedeceu equações do 3º grau.



$$\hat{Y}_1 = -55,63 + 1,46 X + 0,065 X^2 - 0,00058 X^3 \quad (r^2 = 0,94)$$

$$\hat{Y}_2 = 52,50 - 6,03 X + 0,21 X^2 - 0,00117 X^3 \quad (r^2 = 0,96)$$

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

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

$$\hat{Y}_5 = 2,66 - 2,46 X + 0,135 X^2 - 0,00079 X^3 \quad (r^2 = 0,84)$$

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

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 grau). Esses dados são apresentados a seguir:

Cultivar	Ponto de máximo	Quantidade máxima	Ponto de inflexão
	dias	g/planta	dias
Agroceres 256	106	363,4	49
Agroceres 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 n'aqueles foi ligeiramente maior. Contudo, a diferença residiu na parte vegetativa, provavelmente devido à diminuição dos internódios causada pelo gene braquítico (*PATERNIANI, 1973*), o que provocaria uma diminuição da quantidade de matéria seca no colmo.

O cultivar Agroceres 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 *HANNAY (1962-a)*, 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 (1962-a), 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 *LOUË (1963)*, em ensaio não irrigado. Para contornar este problema, *HANWAY (1962-a)*, considerou como peso da matéria seca aos 120 dias, aquele apresentado aos 100, acrescido da diferença no peso dos grãos aos 120 e 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 (1962-a); LOUË (1963); NEPTUNE (1966); BRADFORD et al. (1966); KOLLER & MUMSTOCK (1972); ADELANA & MILBOURN (1972)*, valendo salientar, que a irregularidade da precipitação durante o ciclo vegetativo, como pode ser visto adiante, deve ter influido no comportamento das plantas, pois este é um dos principais fatores envolvidos na produção de matéria seca (*VIETS, 1962; HANWAY, 1967*).

Período (meses)	PRECIPITAÇÃO	
	Ano agrícola* (1972-73) (mm)	Média de 26 anos** (mm)
Outubro (15-31)	32	50 - 62
Novembro	113	125 - 150
Dezembro	70,5	175 - 200
Janeiro	83,5	200 - 225
Fevereiro	82	175 - 200

* - Dados da Estação Experimental de Piracicaba.

** - Carta de chuvas do Estado de São Paulo (*BLANCO & GODOY, 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 e nível de fertilização.

4.2. 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, 1962-a.*; *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*; *LOUË, 1963*; *PESEK, 1968*; *LIEBHARDT, 1968*; *EPSTEIN, 1972*; *MALAVOLTA et al., 1974*).

Os macronutrientes absorvidos predominantemente como câtions 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 Agrocerec 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 se 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).

4.2.1. Nitrogênio

Os dados analíticos referentes a 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 dife-

Quadro 2. Teor porcentual e quantidade de nitrogênio nos órgãos dos cultivos em função do estágio de desenvolvimento.

Cultivo	Órgão	Idade do cultivo em dias após a germinação											
		20		40		60		80		100		120	
		%	N mg	%	N mg	%	N mg	%	N mg	%	N mg	%	N mg
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
	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
	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	1,16	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	1,24	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	1,17	2180
	total		228		1226		2460		3340		2990		2870
F.	colmo + folhas	1,40		4,13*		0,09*		0,58		1,26		2,31	
	pendão					2,49		1,21		2,23		2,96	
	espiga					2,36		0,60		1,42		1,09	
	total		1,40		4,13*		0,49		0,52		0,54		1,25
D.M.S. (Tukey (5%))	colmo + folhas	n.s.		815		1310		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.		n.s.		n.s.		n.s.	
C.V.	colmo + folhas	14%		21%		25%		17%		31%		20%	
	pendão					31%		33%		23%		38%	
	espiga					72%		28%		22%		22%	
	total	14%		21%		23%		16%		22%		21%	

renças observadas, são entre os cultivares Agroceres 256 e Piranão. O primeiro, além de 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	<u>Ponto de máximo</u>	<u>Quantidade máxima</u>
	dias	mg/planta
Agroceres 256	95	3878
Agroceres 504	100	3507
Centralmex	89	3354
H - 7974	92	3526
Piranão	96	3169

Pela análise destes dados e dos apresentados na Tabela 2, verificou-se que o cultivar Agroceres 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 (1962-b)* e *LOUË (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. *LOUË (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.

4.2.2. 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 da regressão mostrou que a acumulação no cultivar Agrocerec 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 Agrocerec 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
Agrocerec 256	120	625,5	
Agrocerec 504	104	641,8	60
Centralmex	104	614,5	52
H - 7974	103	642,3	58
Piranão	101	541,2	55

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

Quadro 3. Teor percentual 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	mg	% P	mg	% P	mg	% P	mg	% P	mg	% P	mg
AGRO CERES 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	0,26	506
	total		20,9		223		250		653		554		622
AGRO CERES 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
PIRANÃO	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		2,54		2,29		2,29
	pendão					1,70	1,56		4,23*		3,82*		3,82*
	espiga					0,67	0,59		1,20		0,46		0,46
	total		1,06		3,50*	0,76	0,39		1,23		0,58		0,58
D.M.S. (Tukey (5%))	colmo + folhas		n.s.		77	n.s.	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
	pendão					n.s.	n.s.		2		4		4
	espiga					n.s.	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
	total		n.s.		77	n.s.	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
C.V.	colmo + folhas		15,2%		19,6%	25,4%	19,2%		21,4%		21,4%		25,0%
	pendão					40,0%	33,4%		13,4%		26,8%		26,8%
	espiga					76,2%	21,4%		19,9%		20,2%		20,2%
	total		15,2%		19,6%	21,0%	18,2%		18,1%		17,8%		17,8%

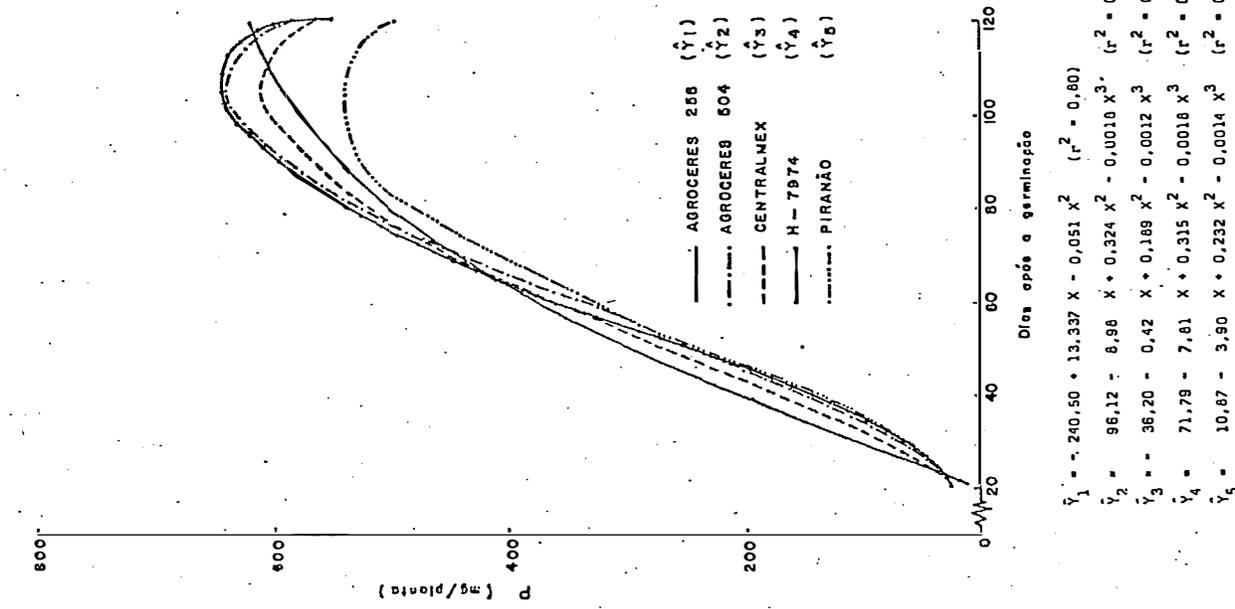


Fig. 3 - Curvas de regressão da quantidade de fósforo (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

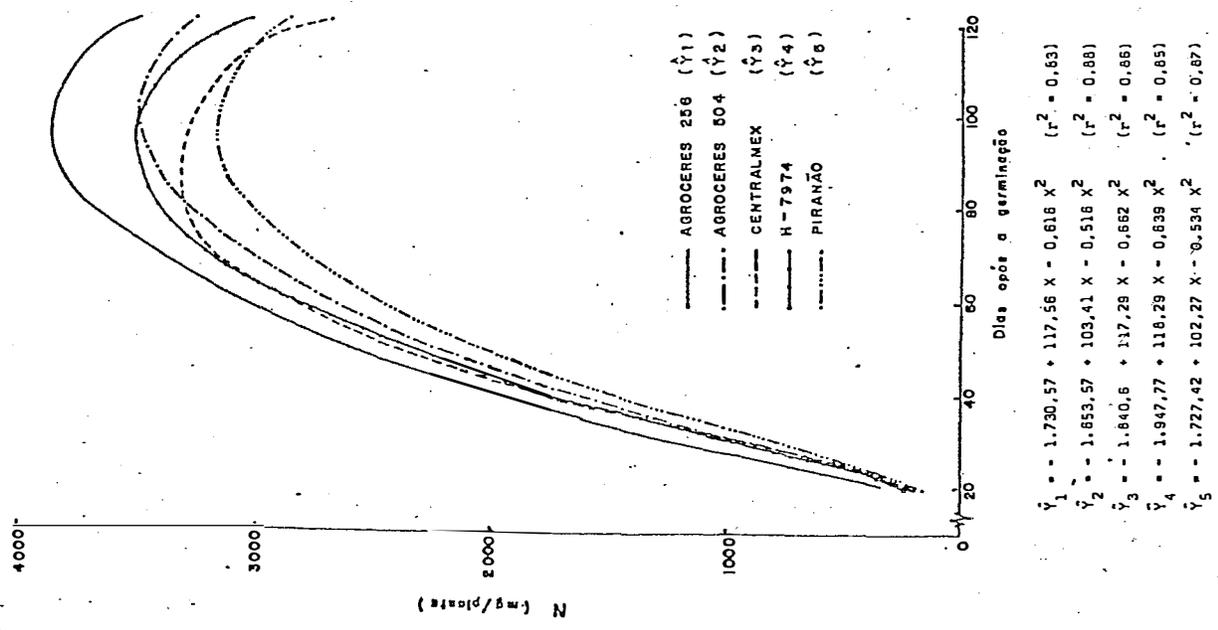


Fig. 2 - Curvas de regressão da quantidade de nitrogênio (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

Comparando-se a quantidade de P absorvido pelos cultivares, com a apresentada por outros autores, *SAYRE (1948, 1955)*; *HANWAY (1962-b)*; *LOUË (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.

4.2.3. 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 Agrocerees 256 e Piranão.

Todos os cultivares acumularam 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 Agrocerees 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
Agrocerees 256	58	4693	88
Agrocerees 504	64	4630	99
Centralmex	61	4098	94
H - 7974	62	4064	94
Piranão	66	3850	113

Quadro 4. Teor porcentual e quantidade de potássio nos órgãos dos cultivares em função do estágio do estádio 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
AGRO CERES 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
AGRO CERES 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	1,81	3156	1,38	3236	0,96	1662	0,84	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.		1222		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.		1222		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	
C.V.	colmo + folhas	17,4%		15,8%		23,5%		23,7%		27,1%		26,6%	
	pendão					36,1%		45,9%		59,9%		40,6%	
	espiga					66,5%		30,4%		16,3%		18,2%	
	total	17,4%		15,8%		22,8%		23,8%		18,6%		20,9%	

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 com as conclusões de *LOUË (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)*; *LOUË (1963)*; *MALAVOLTA et al. (1974)*.

4.2.4. Cálcio

Os dados referentes a 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 Agrocerec 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.

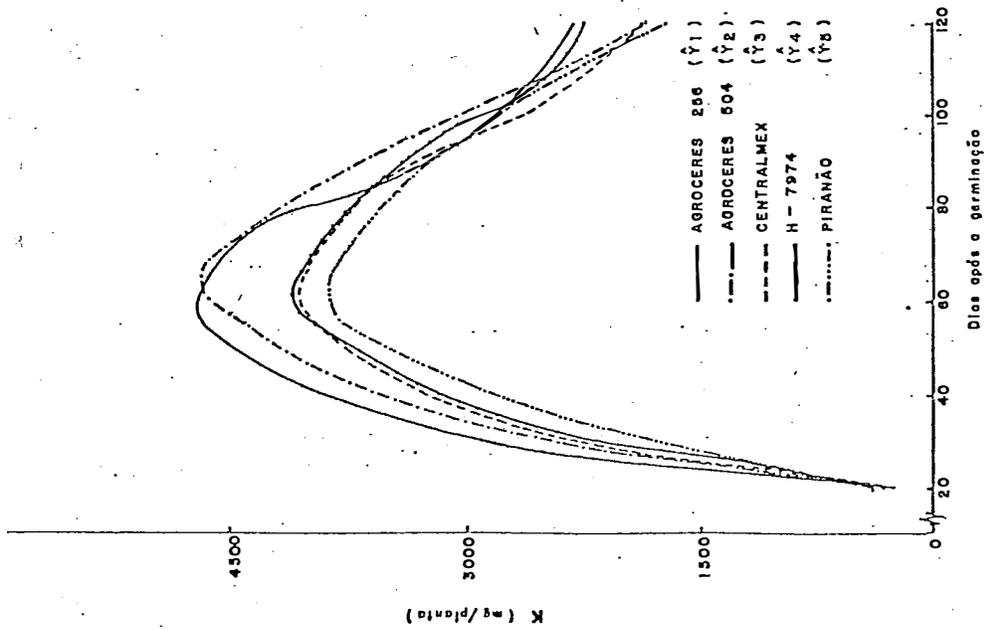
A quantidade de Ca na espiga foi diferente aos 120 dias, notando-se que a quantidade de Ca na espiga do cultivar Piranão diminuiu dos 100 aos 120 dias, enquanto nos outros aumentou.

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 aná-

Quadro 5. Teor porcentual e quantidade de cálcio nos órgãos dos cultivos em função do estágio de desenvolvimento.

Cultivar	Órgão	Idade do cultivar em dias após a germinação											
		20		40		60		80		100		120	
		%	Ca mg	%	Ca mg	%	Ca mg	%	Ca mg	%	Ca mg	%	Ca mg
AGRO CERES 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	508							
AGRO CERES 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	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							
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							
PIRANÃO	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							
F.	colmo + folhas	3,20	2,29	0,33	9,28**	2,71						1,75	
	pendão			1,29	2,63	2,53						2,64	
	espiga			1,42	0,96	4,53*						4,53*	
	total	3,20	2,29	0,38	8,96**	2,77						1,88	
D.M.S. (Tukey (5%))	colmo + folhas	n.s.	n.s.	n.s.	233	n.s.						n.s.	
	pendão			n.s.	n.s.	n.s.						n.s.	
	espiga			n.s.	n.s.	n.s.						19	
	total	n.s.	n.s.	n.s.	240	n.s.						n.s.	
C.V.	colmo + folhas	18,23%	31,87%	24,93%	16,46%	23,27%						21,65%	
	pendão			36,93%	30,20%	19,60%						26,35%	
	espiga			65,89%	26,00%	35,10%						26,15%	
	total	18,23%	31,87%	24,43%	15,73%	22,13%						19,65%	



$$\hat{Y}_1 = -6.942,71 + 480,97 X - 6,214 X^2 + 0,0238 X^3 \quad (r^2 = 0,82)$$

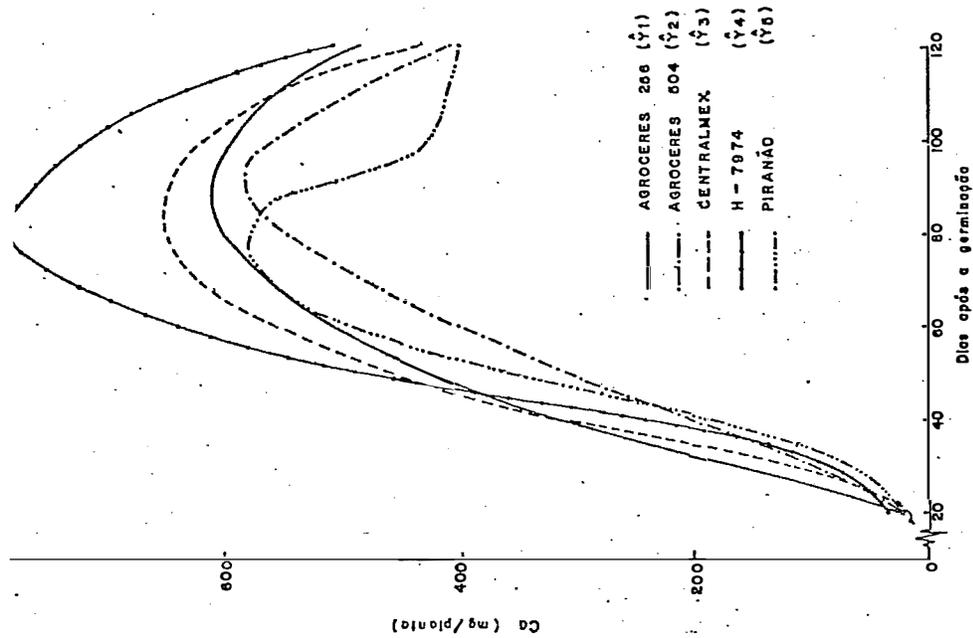
$$\hat{Y}_2 = -5.780,99 + 387,64 X - 4,475 X^2 + 0,015 X^3 \quad (r^2 = 0,76)$$

$$\hat{Y}_3 = -5.301,55 + 366,15 X - 4,428 X^2 + 0,0156 X^3 \quad (r^2 = 0,81)$$

$$\hat{Y}_4 = -5.226,52 + 355,30 X - 4,250 X^2 + 0,0151 X^3 \quad (r^2 = 0,82)$$

$$\hat{Y}_5 = -4.275,19 + 283,86 X - 3,023 X^2 + 0,0089 X^3 \quad (r^2 = 0,81)$$

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



$$\hat{Y}_1 = -365,58 + 22,013 X - 0,1243 X^2 \quad (r^2 = 0,87)$$

$$\hat{Y}_2 = -95,53 + 2,3308 X + 0,1823 X^2 - 0,00139 X^3 \quad (r^2 = 0,89)$$

$$\hat{Y}_3 = -501,11 + 27,339 X - 0,1619 X^2 \quad (r^2 = 0,81)$$

$$\hat{Y}_4 = 834,98 - 83,540 X + 2,719 X^2 - 0,029 X^3 + 0,0000995 X^4 \quad (r^2 = 0,79)$$

$$\hat{Y}_5 = 716,78 - 72,777 X + 2,593 X^2 - 0,0283 X^3 - 0,0000935 X^4 \quad (r^2 = 0,87)$$

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

lise estatística, indicou que o cultivar H-7974 acumula mais Ca que os outros, sendo que o Piranão e Agrocerees 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
Agrocerees 256	88	609	
Agrocerees 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 *LOUË (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 a lixiviação, queda de folhas basais e, talvez, perda pelas raízes.

4.2.5. 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

Quadro 6. Teor percentual 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
AGROCERES 256	colmo + folhas	0,18	9	0,23	226	0,18	317	0,17	332	0,22	323	0,31	447
	pendão				25	0,28	23	0,16	8	0,16	8	0,18	12
	espiga				20	0,17	225	0,16	316	0,16	316	0,14	271
	total		9		226		362		580		647		730
AGROCERES 504	colmo + folhas	0,20	12	0,27	204	0,18	287	0,14	283	0,23	425	0,33	507
	pendão				18	0,27	15	0,21	8	0,18	8	0,21	8
	espiga				11	0,15	181	0,13	233	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				20	0,29	21	0,18	9	0,18	9	0,18	8
	espiga				12	0,14	160	0,14	222	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				22	0,28	19	0,21	11	0,21	11	0,20	10
	espiga				9	0,15	178	0,13	234	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				14	0,34	22	0,21	9	0,21	9	0,14	6
	espiga				8	0,16	210	0,13	211	0,13	211	0,13	245
	total		10		146		269		737		622		585
F.	colmo + folhas	2,49	1,51	2,89	15,19**	2,89	15,19**	2,89	9,15**	2,89	9,15**	2,56	2,56
	pendão			1,69	1,23	1,69	1,23	1,69	1,14	1,14	1,14	3,32*	3,32*
	espiga			1,68	0,96	1,68	0,96	1,68	2,84	2,84	2,84	0,20	0,20
	total	2,49	1,51	4,68*	8,30**	4,68*	8,30**	4,68*	5,09*	5,09*	5,09*	1,76	1,76
D.M.S. (Tukey (5%))	colmo + folhas	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	179	192	n.s.	n.s.	n.s.
	pendão			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	6	6
	espiga			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	total	n.s.	n.s.	80	237	80	237	242	242	242	n.s.	n.s.	n.s.
C.V.	colmo + folhas	21,79%	27,95%	12,49%	17,79%	12,49%	17,79%	12,49%	19,49%	12,49%	17,79%	18,75%	18,75%
	pendão			30,69%	26,58%	30,69%	26,58%	30,69%	21,37%	30,69%	21,37%	28,15%	28,15%
	espiga			63,66%	27,82%	63,66%	27,82%	63,66%	20,19%	63,66%	20,19%	21,25%	21,25%
	total	21,79%	27,95%	10,86%	16,02%	10,86%	16,02%	15,57%	15,57%	15,57%	15,42%	15,42%	

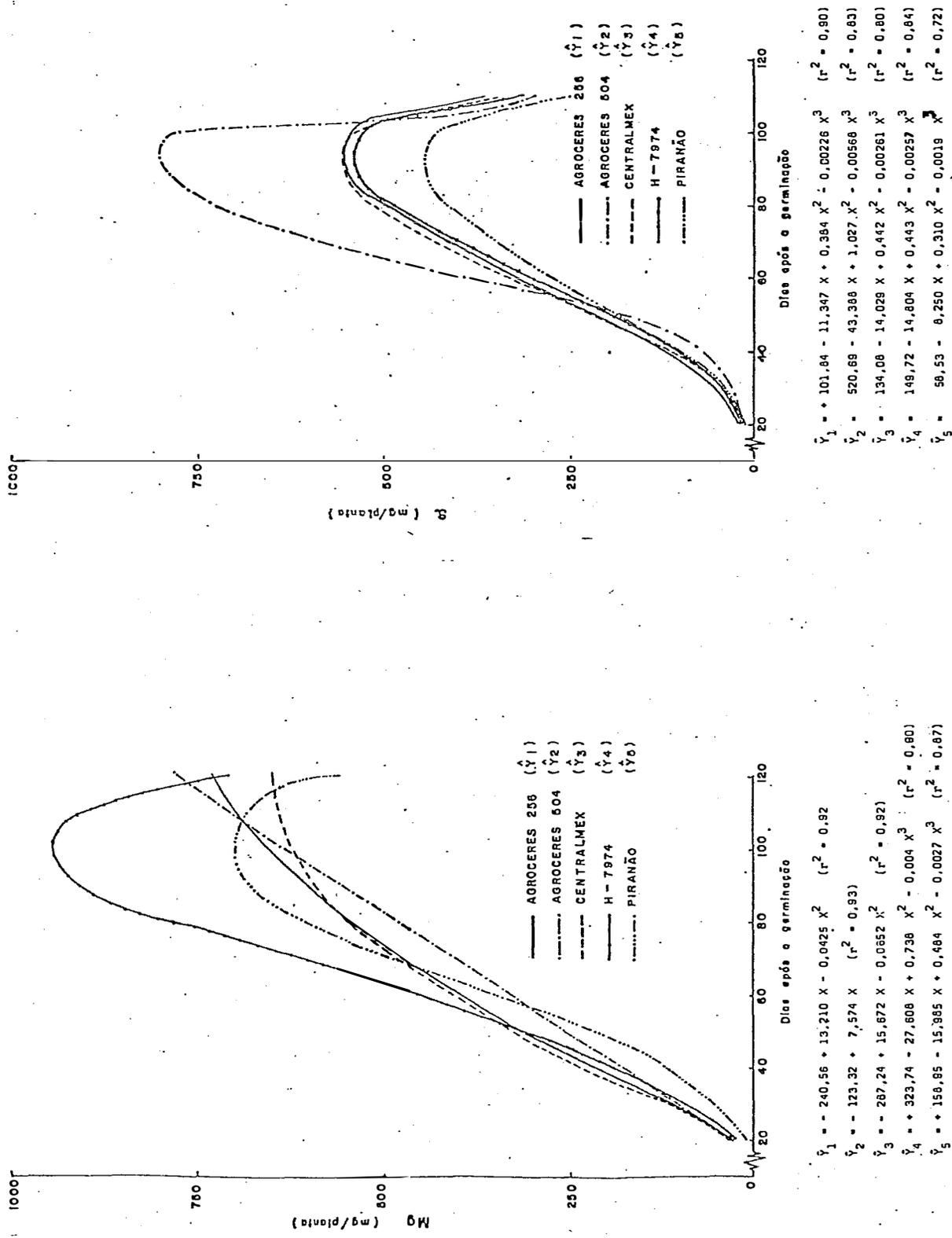


Fig. 6 - Curvas de regressão da quantidade de magnésio (Y) em função da idade (X) nos cultivares.

Fig. 7 - Curvas de regressão da quantidade de enxofre (Y) em função da idade (X) nos cultivares.

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 acumularam maior quantidade de Mg na parte vegetativa (*SAYRE, 1955; LOUË, 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)*.

4.2.6. Enxôfre

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

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
AGROCERES 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	0,22	15
	espiga			0,19	24	0,10	129	0,10	197	0,10	197	0,10	207
	total		11		282		552		508		374		374
AGROCERES 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	0,24	10
	espiga			0,12	10	0,10	122	0,13	220	0,12	210	0,12	210
	total		12		249		896		665		318		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	0,19	8
	espiga			0,18	13	0,10	112	0,11	171	0,11	171	0,11	216
	total		12		238		639		433		326		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	0,18	9
	espiga			0,17	9	0,14	162	0,10	186	0,10	186	0,11	194
	total		15		234		610		435		335		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	0,22	10
	espiga			0,09	8	0,09	114	0,09	114	0,11	188	0,09	167
	total		12		211		547		326		278		278
F.	colmo + folhas	1,80		0,74		0,54		6,46**		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%		30,81%		40,40%	
	pendão					34,11%		40,62%		15,61%		35,95%	
	espiga					52,24%		21,73%		22,30%		17,41%	
	total	17,69%		28,27%		18,72%		19,34%		19,48%		19,79%	

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 Agroceres 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, Agroceres 256 e H-7974 foram muito semelhantes, enquanto a do Agroceres 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
Agroceres 256	95	552	56
Agroceres 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 Agroceres 504 (opaco-2) tenha maior capacidade de acumulação de S, embora este fato necessite de confirmação, por-

que no final do ciclo, a diferença constatada antes, não foi encontrada.

4.3. Acumulação de micronutrientes

Os resultados obtidos, relativos ao teor e quantidade de micronutrientes nos cinco cultivares estão contidos nos Quadros 8 a 11.

A quantidade dos micronutrientes necessária para promover um crescimento adequado é muito pequena, e a faixa de teores considerada adequada é muito ampla (JONES, 1972; LOCKMAN, 1969; NEUBERT *et al.*, 1969; LUTZ *et al.*, 1972). A variação destes teores com os fatores ambientais, tais como, pH do solo e presença de outros íons, é elevada (WARNOCK, 1970; LUTZ *et al.*, 1972; OLSEN, 1972); e a ocorrência de falhas na amostragem, preparação e análise química, são fatores que contribuem para tornar difícil a generalização sobre o comportamento dos cultivares.

Nos cultivares estudados verificou-se que as diferenças tenderam a aparecer logo no início do ciclo, se bem que estas diferenças fossem eliminadas posteriormente. Vale salientar, que nos estudos da influência do genótipo sobre a absorção de micronutrientes, as análises são feitas aos 30 a 40 dias após a semeadura (veja-se BROWN, 1967; BROWN & AMBLER, 1970; CLARK & BROWN, 1974-b); quando já se pode notar sintomas de deficiência porventura existentes.

Verificou-se contudo, que as diferenças mais acentuadas entre cultivares apareceram quando a acumulação se aproximou do ponto máximo.

As diferenças de acumulação de micronutrientes encontradas, refletem a interação entre o cultivar e o ambiente, mais que diferenças absolutas na capacidade de extração.

Para se testar diferenças genéticas na capacidade de acumulação de micronutrientes, recomenda-se cultivar plantas em solos deficientes no nutriente considerado, para que se tenha contrastes significativos (CLARK & BROWN, 1974-b), pois nos solos com teores normais de micronutrientes, os cultivares tendem a se comportar de forma idêntica (BROWN, 1967; BROWN & AMBLER, 1970; BROWN & CLARK, 1974).

Em termos gerais, os cultivares apresentaram algumas diferenças em relação a acumulação de micronutrientes, embora estas não chegassem a merecer destaque especial. As quantidades e teores encontrados estão dentro dos limites citados na literatura.

O B foi analisado apenas na coleta procedida aos 80 dias após a germinação, devido às dificuldades para realizar a análise em todas as amostras. Foi escolhida esta idade por ser próxima do ponto máximo para que se todos os nutrientes, e porque foi a época e parte da planta em que se constatou as diferenças mais expressivas.

Os resultados obtidos acham-se expostos a seguir, e pelo valor de F nota-se que não houve diferenças entre cultivares.

Quantidade e teor de B na parte vegetativa dos cultivares aos 80 dias após a germinação.

Cultivar	Teor ppm	Quantidade mg / planta
Agroceres 256	9,8	1,92
Agroceres 504	8,7	1,73
Centralmex	7,9	1,87
H - 7974	9,0	1,95
Piranão	10,1	1,75
F		0,17
D.M.S. (Tukey, 5%)		n.s.
C.V.		25,2%

4.3.1. Cobre

Os dados analíticos referentes à concentração e quantidade de Cu nos órgãos dos cultivares acham-se no Quadro 8.

As diferenças encontradas entre cultivares, indicadas pela significância do valor F, foram somente para a parte vegetativa aos 20, 60, 80 e

Quadro 8. Concentração e quantidade de cobre nos órgãos dos cultivos em função do estágio de desenvolvimento.

Cultivar	Órgão	Idade do cultivar em dias após a germinação											
		20		40		60		80		100		120	
		ppm	Cu mg	ppm	Cu mg	ppm	Cu mg	ppm	Cu mg	ppm	Cu mg	ppm	Cu mg
AGROCIERES 256	colmo + folhas	11	0,056	8	0,791	5	0,953	4	0,789	14	1,912	11	1,567
	pendão					6	0,094	9	0,077	4	0,023	7	0,048
	espiga					5	0,067	6	0,792	5	0,916	4	0,799
	total		0,056		0,791		1,114		1,658		2,851		2,414
AGROCIERES 504	colmo + folhas	12	0,073	9	0,690	6	0,941	6	1,174	14	2,594	11	1,599
	pendão					6	0,061	6	0,034	5	0,024	8	0,031
	espiga					4	0,037	5	0,588	5	0,856	5	0,814
	total		0,073		0,690		1,039		1,796		3,474		2,444
CENTRALMEX	colmo + folhas	8	0,046	8	0,675	5	0,983	6	1,308	15	2,582	10	1,320
	pendão					7	0,074	8	0,053	5	0,027	7	0,032
	espiga					7	0,048	5	0,558	4	0,644	4	0,695
	total		0,046		0,675		1,105		1,919		3,253		2,047
H - 7974	colmo + folhas	8	0,050	8	0,607	6	1,010	8	1,645	13	2,388	10	1,377
	pendão					11	0,133	7	0,048	6	0,032	7	0,034
	espiga					9	0,045	5	0,587	4	0,764	4	0,743
	total		0,050		0,607		1,188		2,280		3,184		2,154
PIRANÃO	colmo + folhas	7	0,041	8	0,484	6	0,906	5	0,869	11	1,381	9	1,159
	pendão					8	0,069	7	0,042	6	0,025	6	0,029
	espiga					3	0,032	6	0,639	5	0,791	3	0,598
	total		0,041		0,484		1,007		1,550		2,197		1,786
F.	colmo + folhas		4,54*		1,72		0,034**		3,50*		9,52**		1,81
	pendão						1,97		1,98		0,64		0,74
	espiga						0,99		1,53		0,88		1,02
	total		4,54*		1,72		0,021*		1,91		4,49*		4,48*
D.M.S. (Tukey (5%))	colmo + folhas		0,026		n.s.		0,971		0,834		0,761		n.s.
	pendão						n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
	espiga						n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
	total		0,026		n.s.		0,995		n.s.		1,058		0,581
C.V.	colmo + folhas		22,12%		26,66%		44,90%		31,97%		15,54%		19,25%
	pendão						46,96%		45,45%		34,01%		51,12%
	espiga						58,47%		24,02%		27,45%		23,73%
	total		22,12%		26,66%		40,46%		22,20%		15,69%		11,89%

100 dias, sendo que aos 80 dias esta diferença não teve tendência a acarretar diferenças na quantidade de Cu na planta inteira. Aos 120 dias, embora as partes não tenham apresentado diferenças significativas, a quantidade total o foi.

As curvas e equações obtidas através da análise de regressão, e que estão representadas na Figura 8, visualizam as diferenças entre cultivares, em relação à quantidade total de Cu na planta.

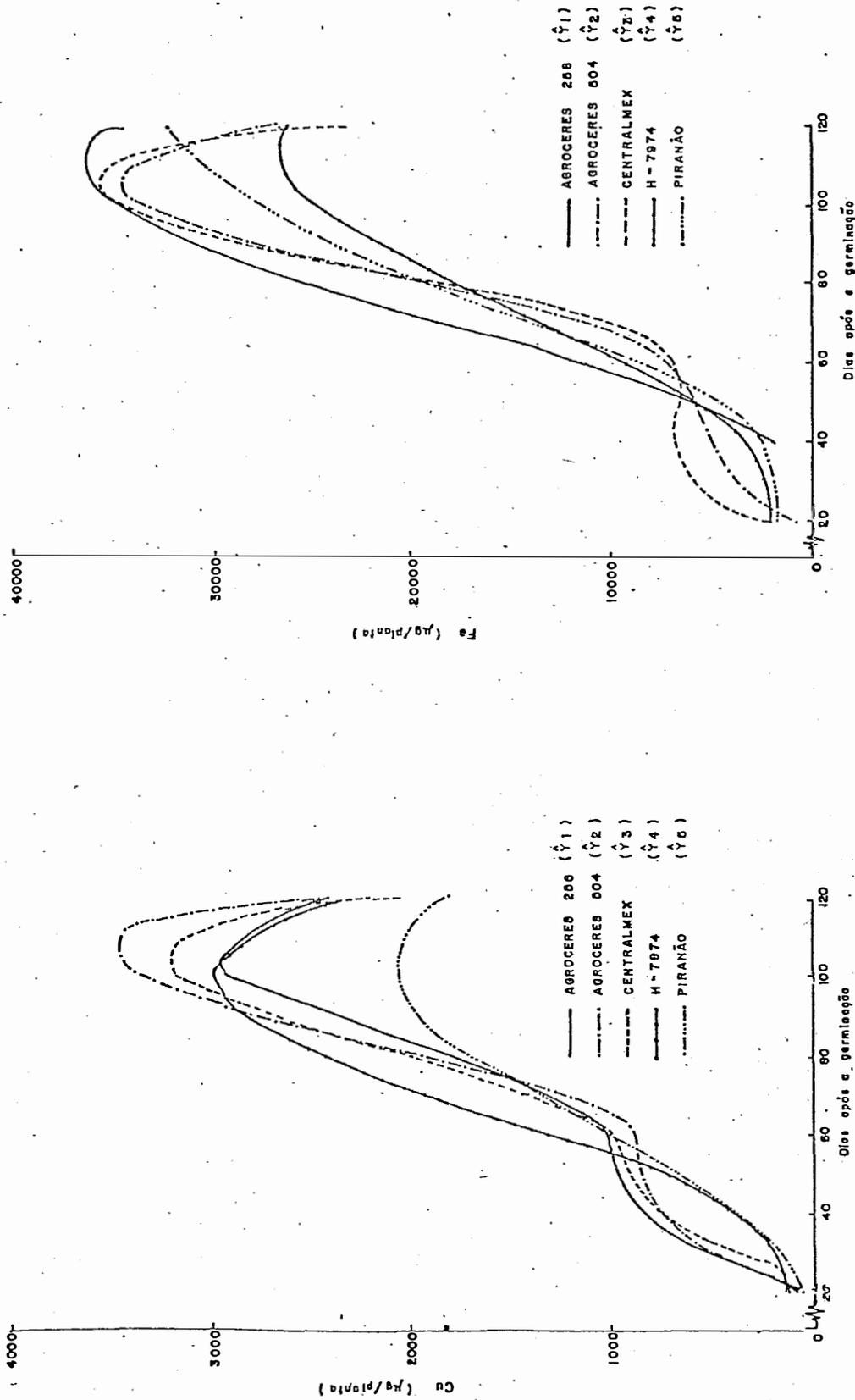
Os cultivares Agrocerees 256 e 504, e o Centralmex, seguiram curvas do 4º grau devido a uma diminuição relativa na taxa de acumulação dos 40 aos 60 dias, enquanto o H-7974 e Piranão adaptaram-se melhor a curvas do 3º grau.

Os pontos de máximo se situaram entre 101 e 108 dias, e as quantidades máximas calculadas foram semelhantes às apresentadas aos 100 dias. Como estas foram diferentes entre cultivares, pode-se inferir que as quantidades máximas também o foram, sendo que o contraste foi entre o cultivar Piranão e os demais. O ponto de inflexão principal (isto é, para a porção maior da curva), para as curvas de 4º grau, e o das curvas de 3º grau, são apresentados a seguir:

Cultivar	<u>Ponto de máximo</u> dias	<u>Quantidade máxima</u> mg/planta	<u>Ponto de inflexão</u> dias
Agrocerees 256	104	2,922	85
Agrocerees 504	104	3,490	76
Centralmex	108	3,193	88
H - 7974	101	3,009	63
Piranão	103	2,060	61

Vale salientar, que a diferença na quantidade de Cu entre o cultivar Piranão e os outros relacionou-se apenas à parte vegetativa, pois as espigas apresentavam quantidades similares.

Não se pode estabelecer comparações da quantidade de Cu encontrada com a apresentada por outros autores, havendo muita divergência na litera-



$$\hat{Y}_1 = 18.525,81 - 1.349,91 X + 28,645 X^2 - 0,136 X^3 \quad (r^2 = 0,76)$$

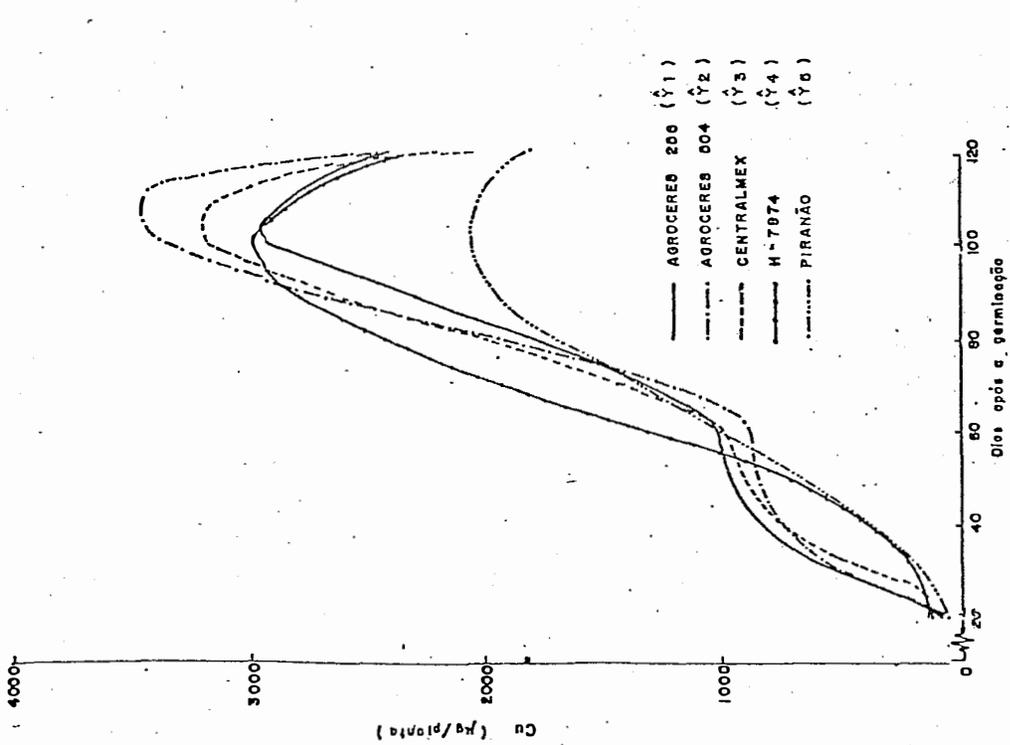
$$\hat{Y}_2 = -31.751,04 + 3.075,78 X - 82,259 X^2 + 1,140 X^3 - 0,0046 X^4 \quad (r^2 = 0,93)$$

$$\hat{Y}_3 = -53.561,61 + 4.937,09 X - 141,20 X^2 + 1,646 X^3 - 0,0064 X^4 \quad (r^2 = 0,86)$$

$$\hat{Y}_4 = 9.756,46 - 641,41 X + 14,79 X^2 - 0,069 X^3 \quad (r^2 = 0,87)$$

$$\hat{Y}_5 = 11.436,86 - 788,36 X + 16,94 X^2 - 0,0744 X^3 \quad (r^2 = 0,93)$$

Fig. 9 - Curvas de regressão da quantidade de ferro (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.



$$\hat{Y}_1 = -4.011,48 + 346,72 X - 9,052 X^2 + 0,100 X^3 - 0,00036 X^4 \quad (r^2 = 0,93)$$

$$\hat{Y}_2 = -4.961,81 + 447,39 X - 12,486 X^2 + 0,144 X^3 - 0,00056 X^4 \quad (r^2 = 0,92)$$

$$\hat{Y}_3 = -4.087,74 + 365,55 X - 10,149 X^2 + 0,120 X^3 - 0,00047 X^4 \quad (r^2 = 0,93)$$

$$\hat{Y}_4 = 1.309,57 - 105,31 X + 2,583 X^2 - 0,0137 X^3 \quad (r^2 = 0,87)$$

$$\hat{Y}_5 = 377,09 - 35,67 X + 1,154 X^2 - 0,0063 X^3 \quad (r^2 = 0,92)$$

Fig. 8 - Curvas de regressão da quantidade de cobre (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

tura. *Berne et al. (1964)*, citados em *OLSON & LUCAS (1967)*, encontraram cerca de 4 mg/planta, cerca do dobro do encontrado neste trabalho. Mas, *Morrison (1951)*, citado em *MALAVOLTA et al. (1974)*, encontrou teores de 4,0 ppm nos grãos e 4,6 ppm no resto da planta exceto espiga, inferior ao encontrado no presente trabalho.

CLARK & BROWN (1974-b), cultivaram diversas linhagens de milho em solos deficientes em Cu, não verificando sintomas de deficiência em nenhum deles. Aos 21 dias após o plantio, encontraram uma concentração de 6,3 a 12,2 ppm, e citam como níveis deficientes de 4 a 5 ppm. Assim, os cultivares empregados no presente ensaio apresentaram concentrações adequadas de Cu no início do ciclo vegetativo.

4.3.2. Ferro

Os dados analíticos relativos à concentração e quantidade de Fe nos órgãos dos cultivares encontram-se no Quadro 9.

Pelos valores de F encontrados, verificou-se que, para a parte vegetativa só houve diferenças entre cultivares aos 20 dias, para os pendões aos 60 e 100 dias, e para as espigas aos 120 dias.

Os cultivares diferiram quanto à época de maior acumulação relativa, e assim as curvas de regressão foram diferentes quanto ao grau. Os cultivares Agroceres 256, H-7974 e Piranão seguiram curvas do 3º grau, enquanto o Agroceres 504 e Centralmex seguiram curvas do 4º grau. A representação gráfica das curvas acha-se na Figura 9. A quantidade máxima extraída, e a época em que, teoricamente, a planta possuía esta quantidade são apresentadas a seguir:

Cultivar	<u>Ponto de máximo</u>	<u>Quantidade máxima</u>	<u>Ponto de inflexão</u>
	dias	mg/planta	dias
Agroceres 256	111	36,289	
Agroceres 504	106	34,678	
Centralmex	106	35,982	
H - 7974	116	26,665	71
Piranão	120	32,206	76

Quadro 9. Concentração e quantidade de ferro 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	
		Fe		Fe		Fe		Fe		Fe		Fe	
		ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
AGROCERES 256	colmo + folhas	141	0,716	56	5,672	49	8,463	78	15,198	225	33,282	177	25,560
	pendão					42	0,654	123	0,959	184	0,965	300	2,150
	espiga					26	0,321	39	5,187	23	4,472	26	5,167
	total		0,716		5,672		9,438		21,344		38,719		32,977
AGROCERES 504	colmo + folhas	230	1,374	55	4,239	50	7,922	75	13,834	160	29,408	127	19,335
	pendão					44	0,474	102	0,596	249	1,145	217	0,896
	espiga					21	0,204	29	3,465	18	3,300	25	4,287
	total		1,374		4,239		8,600		17,895		33,853		24,518
CENTRALMEX	colmo + folhas	206	1,180	63	5,302	51	9,791	48	11,363	190	31,653	133	16,597
	pendão					32	0,341	128	0,957	201	1,044	281	1,288
	espiga					27	0,207	24	2,774	21	3,379	27	5,030
	total		1,180		5,302		10,339		15,094		36,076		22,915
H - 7974	colmo + folhas	266	1,744	69	5,371	39	6,385	69	15,084	104	18,980	153	20,072
	pendão					36	0,427	97	0,659	243	1,249	233	1,196
	espiga					32	0,176	27	3,165	24	4,382	27	4,947
	total		1,744		5,371		6,988		18,908		24,561		26,204
PIRANÃO	colmo + folhas	220	1,256	73	4,442	39	5,853	96	16,465	179	22,982	205	25,347
	pendão					25	0,220	93	0,612	230	0,906	316	1,316
	espiga					18	0,177	22	2,850	24	3,884	26	5,336
	total		1,256		4,442		6,250		19,928		27,772		31,998
F.	colmo + folhas		3,84*		0,77		0,98		0,50		1,40		3,00
	pendão						3,57*		1,59		7,73**		2,75
	espiga						0,64		1,84		1,29		0,78
	total		3,84*		0,77		1,03		0,64		1,40		3,39*
D.M.S. (Tukey (5%))	colmo + folhas		0,851		n.s.								
	pendão						0,383		n.s.		0,342		n.s.
	espiga						n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
	total		0,851		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		11,036
C.V.	colmo + folhas		30,17%		28,50%		41,94%		37,83%		37,63%		21,37%
	pendão						40,26%		38,80%		14,45%		41,89%
	espiga						68,82%		42,48%		24,70%		18,33%
	total		30,17%		28,50%		40,13%		31,64%		30,85%		17,69%

Mesmo apresentando maior concentração de Fe no início do ciclo, o cultivar H-7974 apresentou dos 60 dias e aos 100, as menores concentrações, enquanto o cultivar Agroceres 256, que apresentou a menor concentração dos 20 dias, teve as maiores no período de 60 a 120 dias. Um dos fatores determinantes desse comportamento deve ser a interação com P, Mg e Mn (OLSEN, 1972; WATANABE, 1969; BROWN & BELL, 1969; BROWN *et al.*, 1972; LUTZ *et al.*, 1972):

A possibilidade de contaminação e as interferências na sua análise, além da variação dos teores nas plantas (JONES, 1972), devem ter acarretado um coeficiente de variação alto, que encobriu a variação existente entre os cultivares.

Comparando-se os dados obtidos com os apresentados por BROWN & BELL (1969); LUTZ *et al.* (1972) e CLARK & BROWN (1974-b), verificou-se que a quantidade extraída pelos cultivares utilizados foi superior à apresentada por estes pesquisadores, estando dentro dos limites citados por JONES (1972) e GORSLINE *et al.* (1965).

Segundo BROWN (1967) e BROWN & BELL (1969), quando as plantas crescem em solo com teor adequado de Fe as diferenças entre cultivares, em relação à extração deste nutriente, tende a desaparecer. É provável que este fato tenha contribuído para não se detectar diferenças entre os cultivares.

4.3.3. Manganês

Os dados analíticos referentes à concentração e quantidade de manganês nos órgãos dos cultivares encontram-se no Quadro 10.

Pelos dados expostos pode-se verificar que o comportamento dos cultivares foi semelhante ao relativo ao Cu e Fe. Diferenças significativas só foram encontradas para a parte vegetativa aos 120 dias, para os pendões aos 60 e 120 dias e para as espigas aos 100 dias.

A diferença entre indivíduos foi acentuada, e superou as diferenças entre cultivares. Aos 60 dias a quantidade de Mn no cultivar Centralmex

Quadro 10. Concentração e quantidade de mangonês nos órgãos dos cultivos em função do estágio de desenvolvimento.

Cultivar	Órgão	Idade do cultivar em dias após a germinação											
		20		40		60		80		100		120	
		Mn ppm	Mn mg	Mn ppm	Mn mg	Mn ppm	Mn mg	Mn ppm	Mn mg	Mn ppm	Mn mg	Mn ppm	Mn mg
AGROCERES 256	colmo + folhas	70	0,351	80	8,001	80	13,842	65	12,338	56	8,018	64	9,136
	pendão					55	0,882	76	0,599	71	0,370	53	0,365
	espiga					37	0,472	10	1,421	7	1,353	10	1,942
	total		0,351		8,001		15,196		14,358		9,741		11,442
AGROCERES 504	colmo + folhas	52	0,296	65	4,867	77	12,170	48	10,048	33	6,000	48	6,860
	pendão					50	0,455	58	0,347	58	0,258	51	0,209
	espiga					27	0,272	10	1,253	7	1,196	13	2,233
	total		0,296		4,867		12,896		11,648		7,544		9,301
CENTRALMEX	colmo + folhas	68	0,388	79	6,598	44	8,142	36	8,121	42	7,624	41	5,138
	pendão					42	0,421	54	0,384	43	0,270	45	0,199
	espiga					30	0,222	11	1,218	4	0,686	10	1,813
	total		0,388		6,598		8,785		9,723		8,581		7,150
H - 7974	colmo + folhas	66	0,428	77	5,911	52	8,391	68	14,761	66	12,018	72	9,486
	pendão					42	0,600	92	0,632	78	0,395	96	0,441
	espiga					38	0,228	10	1,166	7	1,303	11	2,211
	total		0,428		5,911		9,219		16,559		13,716		12,139
PIRAMÃO	colmo + folhas	62	0,351	82	5,064	40	6,016	67	11,235	66	8,386	53	6,450
	pendão					37	0,337	70	0,461	72	0,288	65	0,278
	espiga					14	0,139	13	1,652	14	2,134	9	1,710
	total		0,351		5,064		6,492		13,348		10,808		8,438
F.	colmo + folhas		1,24		1,91	2,19	1,67	1,67	1,67	2,06	2,06	3,48*	
	pendão					6,03**	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	7,18**	
	espiga					1,45	1,65	1,65	1,65	10,62**	10,62**	0,64	
	total		1,24		1,91	2,30	1,67	1,67	1,67	2,17	2,17	3,13	
D.M.S. (Tukey (5%))	colmo + folhas		n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	4,460	
	pendão					0,392	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,174	
	espiga					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,718	n.s.	n.s.	
	total					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
C.V.	colmo + folhas		24,13%		30,12%	44,74%	33,97%	33,97%	33,97%	36,68%	36,68%	26,73%	
	pendão					32,34%	41,25%	41,25%	41,25%	31,74%	31,74%	25,98%	
	espiga					77,43%	22,89%	22,89%	22,89%	23,89%	23,89%	29,45%	
	total		24,13%		30,12%	43,30%	30,68%	30,68%	30,68%	32,32%	32,32%	24,19%	

foi mais que o dobro da contida nas plantas do cultivar Piranão; mesmo assim, não houve diferença significativa entre estes cultivares.

A evolução da quantidade de Mn nas plantas pode ser explicada por uma equação do 2º grau, embora os coeficientes de determinação dessas curvas tenham sido os mais baixos em relação aos elementos pesquisados. As curvas e equações correspondentes acham-se na Figura 10.

Os pontos de máximo variaram de 82 a 94 dias, sendo os cultivares H - 7974 e Piranão os mais tardios.

O Centralmex foi o cultivar que menos acumulou Mn, como se pode ver adiante. Como as curvas são de 2º grau, não possuem ponto de inflexão.

Cultivar	Ponto de máximo dias	Quantidade máxima mg/planta
Agroceres 256	82	14,390
Agroceres 504	83	11,485
Centralmex	83	9,922
H - 7974	94	14,343
Piranão	90	11,015

O Mn é um micronutriente que apresenta uma faixa de teores adequados mais ampla. *JONES (1972)*, cita que de 20 a 200 ppm na folha madura é adequado. Outros fatores como a acidez do solo (*FRIED & PEECH, 1946; MOORE, 1972*), e a adubação nitrogenada (*OLSON & LUCAS, 1967*), também influem na concentração deste micronutriente.

Benne et al. (1964) citados em *OLSON & LUCAS (1967)*, encontraram cerca de 10 - 11 mg/planta na maturação fisiológica, no que concordou o presente trabalho.

O Mn é um dos elementos que pode ser lavado das folhas (*TUKEY et al. 1958*), acarretando perdas deste nutriente durante o ciclo vegetativo.

Mesmo sabendo que a acumulação de Mn é geneticamente controlada

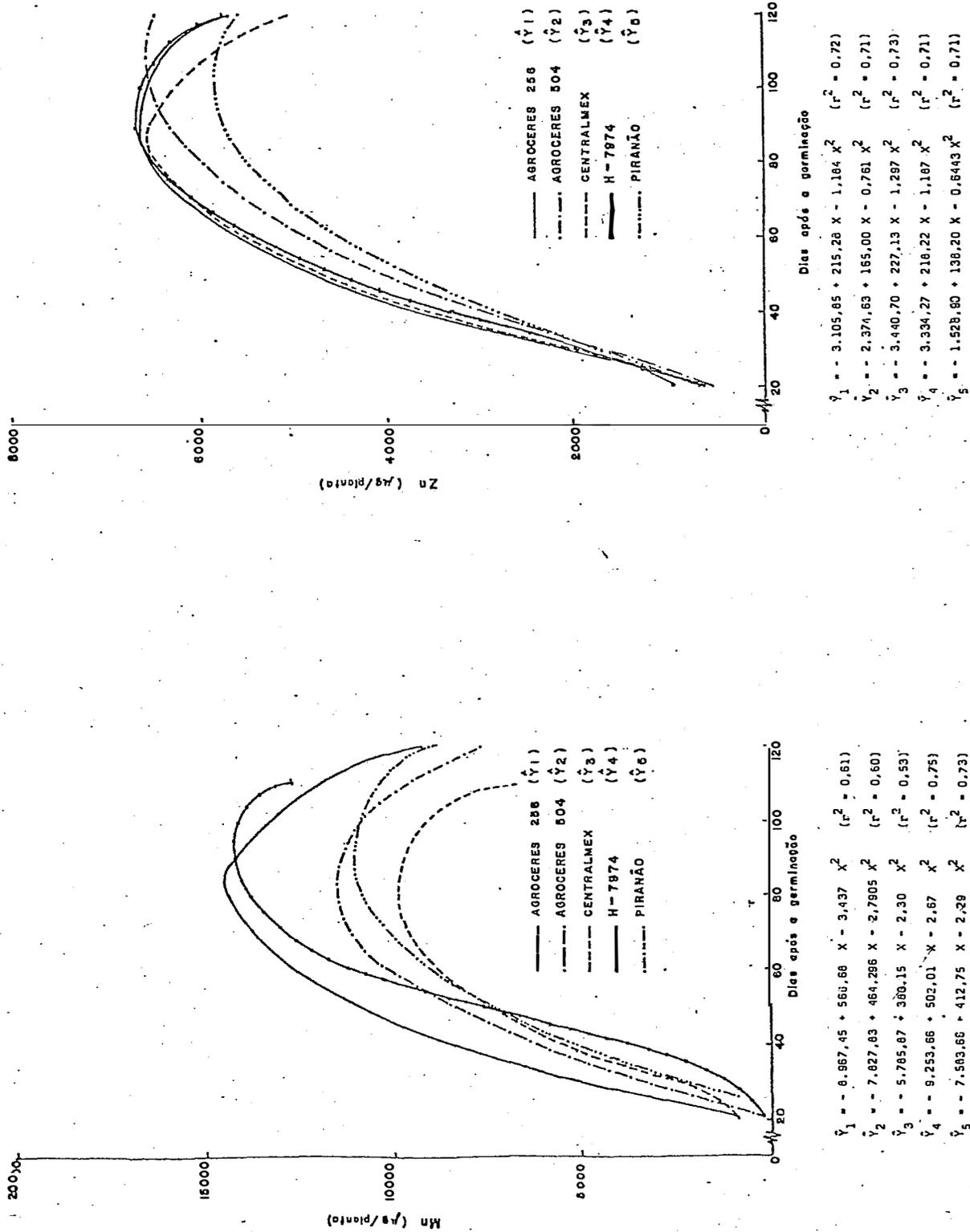


Fig. 10 - Curvas de regressão da quantidade de manganês (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

Fig. 11 - Curvas de regressão da quantidade de zinco (\hat{Y}) em função da idade (X) nos cultivares.

(*GORSLINE et al. 1964*), é provável que a interação genótipo-ambiente seja um fator tão importante quanto o genótipo em si.

Pelos dados obtidos, pode-se afirmar que o cultivar Centralmex deve, em idênticas condições, absorver menor quantidade de Mn que os outros cultivares testados.

4.3.4. Zinco

Os dados analíticos referentes a concentração e quantidade de Zn nos órgãos dos cultivares encontram-se no Quadro 11.

Pelos valores de F encontrados, verificou-se que somente aos 20 e 80 dias houve diferenças significativas entre os cultivares, para a parte vegetativa, e aos 60 dias para o pendão.

As curvas obtidas pela análise de regressão evidenciaram a semelhança de comportamento dos cultivares. Todos os cultivares seguiram curvas do 2º grau: isto é, a taxa de absorção é, teoricamente, decrescente a partir dos 20 dias. O coeficiente de determinação das curvas esteve entre 0,71 e 0,73, mostrando que o erro é relativamente alto. As curvas e equações correspondentes acham-se na Figura 11.

Os cultivares diferiram quanto à época em que atingiram a quantidade máxima de Zn, sendo que o Agrocères 504 e Piranão foram os mais tardios. Os cultivares de porte normal apresentaram quantidade máxima de cerca de 6,50 a 6,70 mg/planta, enquanto o Piranão apresentou cerca de 5,90 mg/planta, o que mostra que sua absorção é similar aos outros. Estes dados são apresentados a seguir:

Quadro 11. Concentração e quantidade de zinco nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento.

Cultivar	Órgãos	Idade do cultivar em dias após a germinação											
		20		40		60		80		100		120	
		ppm	Zn mg	ppm	Zn mg	ppm	Zn mg	ppm	Zn mg	ppm	Zn mg	ppm	Zn mg
AGROCIERES 256	colmo + folhas	33	0,171	50	4,761	22	3,752	16	3,234	11	1,563	8	1,114
	pendão			44	0,698	46	0,369	35	0,180	44	0,309		
	espiga			38	0,401	26	3,480	20	3,823	24	4,772		
	total		0,171		4,761		7,083		5,566		6,195		
AGROCIERES 504	colmo + folhas	48	0,286	50	3,941	19	3,134	14	2,828	10	1,774	11	1,563
	pendão			51	0,493	40	0,235	86	0,255	48	0,268		
	espiga			26	0,264	28	3,334	24	4,240	28	4,747		
	total		0,286		3,941		6,398		6,269		6,578		
CENTRALMEX	colmo + folhas	50	0,283	49	4,208	24	4,166	18	4,156	12	2,092	7	0,840
	pendão			44	0,471	57	0,420	40	0,210	47	0,199		
	espiga			37	0,272	25	2,836	17	2,788	24	4,593		
	total		0,283		4,208		7,412		5,091		5,621		
H - 7974	colmo + folhas	57	0,353	52	4,129	23	3,600	17	3,600	12	2,098	10	1,092
	pendão			64	0,788	57	0,394	42	0,299	40	0,211		
	espiga			42	0,250	28	3,302	20	3,710	26	4,622		
	total		0,353		4,129		7,297		6,107		5,926		
PIRANÃO	colmo + folhas	64	0,372	62	3,782	28	4,312	11	1,877	9	1,136	10	1,153
	pendão			46	0,442	56	0,372	51	0,225	31	0,135		
	espiga			40	0,194	22	2,806	20	3,439	29	5,171		
	total		0,372		3,782		8,948		5,055		4,800		6,461
F.	colmo + folhas		6,17**		0,38		1,91		5,26**		2,12		1,18
	pendão						4,13*		0,49		1,81		2,31
	espiga						1,21		0,57		1,45		0,13
	total		6,17**		0,38		0,82		2,17		0,95		0,24
D.M.S. (Tukey (5%))	colmo + folhas		0,144		n.s.		n.s.		1,682		n.s.		n.s.
	pendão						0,338		n.s.		n.s.		n.s.
	espiga						n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
	total		0,144		n.s.								
C.V.	colmo + folhas		21,72%		28,95%		17,90%		23,82%		31,96%		41,51%
	pendão						26,06%		57,14%		28,91%		39,06%
	espiga						69,44%		25,93%		24,83%		27,47%
	total		21,72%		28,95%		21,22%		19,88%		23,33%		25,93%

Cultivar	Ponto de máximo dias	Quantidade máxima mg/planta
Agroceres 256	91	6,680
Agroceres 504	108	6,569
Centralmex	87	6,502
H - 7974	92	6,695
Piranão	107	5,882

Pela análise da Tabela 11, e comparando-se com os dados de precipitação pluviométrica já apresentados, verificou-se que a época de maior absorção de Zn coincidiu com a época de maior precipitação, sendo que a taxa de acumulação de Zn nesta fase rápida foi menor no Piranão que nos outros cultivares.

O solo utilizado no presente trabalho não responde a aplicação de Zn (BRASIL SOBÓ, 1966), donde se deduz que seu teor deste elemento (20 - 100 ppm) está dentro dos limites satisfatórios.

A concentração de Zn na planta é um dado relativo, dependente do pH do solo (LUTZ *et al.* 1972), e do teor de P nos tecidos (WARNOCK, 1970). Este último autor encontrou teores adequados de 9 a 15 ppm no colmo e 10 a 18 na folha, aos 56 dias após o plantio. WATANABE *et al.* (1965), encontraram, nos estágios iniciais, 513 µg de Zn/vaso, correspondente a 17 ppm na planta inteira com um teor de P de 0,28%, como níveis suficientes para o milho. Os dados obtidos no presente trabalho indicaram que os cultivares empregados absorvem quantidades idênticas às citadas na literatura.

Como era de se esperar, a quantidade de Zn no cultivar Piranão não está ligada ao porte anão, determinado pelo gene br_2 , embora a deficiência de Zn também provoque encurtamento dos entrenós (MALAVOLTA & GARGANTINI, 1966; MALAVOLTA *et al.* 1974). O caráter anão, determinado geneticamente, está ligado ao bloqueio da síntese de giberelinas, sendo, portanto, independente da concentração de Zn.

4.4. Diagnose foliar

Os dados analíticos referentes aos níveis de macro e micronutrientes nas folhas (+4) e da inserção da espiga nos cultivares, colhidas em épocas determinadas, acham-se nos Quadros 12 e 13.

Na coleta realizada aos 60 dias após o plantio, época recomendada para o Estado de São Paulo por *GALLO et al. (1968)*, encontrou-se diferenças significativas entre cultivares, ao nível de 1% para P, K e Mg, e ao nível de 5% para Ca e Fe.

Com relação aos teores de N e P, os cultivares Agroceres 256 e 504 apresentaram as maiores percentagens, enquanto o H-7974 e Piranão tinham níveis intermediários, e o Centralmex os menores teores, sendo estes, inclusive, mais baixos que os citados como "críticos" por *GALLO et al. (1968)*.

Para o K, todos os cultivares apresentaram teores elevados, acima dos níveis críticos comumente citados, sendo que o Piranão tinha os níveis mais elevados deste elemento.

Fez-se correlações entre os níveis foliares de N, P e K com as produções. Para cada cultivar separadamente, conseguiu-se correlações desde muito baixas ($r = 0,05$) a altas ($r = 0,90$). Contudo, ao se agrupar os cultivares foi impossível obter-se correlação para qualquer nutriente.

Vale salientar, que o cultivar Centralmex, que apresentou os níveis foliares mais baixos de N, P e K deu a mais alta produção de grãos. Além disso, este cultivar possuía os teores mais elevados de Ca e Mg, e, portanto, as menores relações $K/Ca + Mg$, o que contrariava o exposto por *VIETS et al. (1954)*, embora estes autores tenham estabelecido o critério de que maiores relações $K/Ca + Mg$ dão maiores produções, para o mesmo cultivar, e no presente caso trata-se de cultivares distintos.

Na coleta feita na fase do aparecimento do estilete-estigma, aproximadamente 65 dias após a germinação, as diferenças entre cultivares que apresentaram significância estatística, ao nível de 5%, foram para o P, K, Cu e Fe.

Verificou-se uma diminuição dos teores de N, K e Zn, e aumento pa-

Quadro 12. Concentração dos nutrientes na lamina foliar (+4) aos 60 dias após a semeadura e produção de grãos.

Cultivar	Nutrientes											Produção	
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm		g/planta	kg/ha
AGROCERES 256	3,10	0,24	2,78	0,24	0,16	0,21	9	65	42	41		112,5	5627
AGROCERES 504	3,06	0,24	2,39	0,23	0,16	0,20	11	74	46	33		118,3	5916
CENTRALMEX	2,75	0,20	2,35	0,28	0,22	0,18	8	77	40	36		133,5	6677
H - 7974	2,91	0,19	2,53	0,27	0,18	0,19	7	70	46	44		125,7	6287
PIRANÃO	2,97	0,20	2,97	0,24	0,15	0,19	8	76	42	42		128,3	6414
F	2,33	6,66**	5,58**	3,53*	10,97**	1,17	2,43	3,61*	0,48	1,00		0,77	0,83
D.M.S. (Tukey (5%))	n.s.	0,04	0,50	0,06	0,04	n.s.	n.s.	11	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.
C.V.	5,74%	8,04%	8,56%	10,00%	9,68%	12,49%	18,79%	7,04%	18,6%	23,4%		15,3%	14,7%

Quadro 13. Concentração dos nutrientes na lamina da folha abaixo da espiga, na época do aparecimento do estilete-estigma.

Cultivar	Nutrientes										Produção	
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	g/planta	kg/ha
AGROCERES 256	2,68	0,25	2,37	0,40	0,20	0,31	12	98	74	28	112,5	5627
AGROCERES 504	2,64	0,28	2,61	0,39	0,20	0,31	11	89	66	22	118,3	5916
CENTRALMEX	2,35	0,24	2,15	0,44	0,22	0,25	7	66	47	21	133,5	6677
H - 7974	2,40	0,22	2,23	0,41	0,22	0,28	7	72	49	19	125,7	6287
PIRANÃO	2,65	0,22	2,66	0,42	0,21	0,31	8	92	55	21	128,3	6414
	3,00	3,49*	4,53*	0,82	0,78	1,99	3,65*	4,01*	2,93	2,09	0,77	0,83
	n.s.	0,06	0,48	n.s.	n.s.	n.s.	5	32	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	6,69%	10,64%	8,88%	11,24%	10,75%	12,48%	27,90%	16,76%	22,99%	20,98%	15,3%	14,7%

D.M.S.
(Tukey (5%))
C.V.

ra os demais nutrientes em relação a coleta anterior. Isto se deveu a uma contingência da própria marcha de absorção em relação a acumulação de matéria seca (vide Quadros de 1 a 11); bem como, por se ter analisado apenas o terço médio da lâmina foliar na primeira coleta, enquanto que, na segunda, analisou-se a folha inteira (SAYRE, 1955; BATES, 1971).

Chama atenção o fato, de que na primeira coleta as diferenças entre cultivares foram nitidamente maiores. É provável que isto tenha ocorrido devido à maior velocidade de acumulação de nutrientes nos cultivares Agrocerees 256 e 504. Assim sendo, pode-se afirmar que a extensão das diferenças entre cultivares depende da época de amostragem. Para diminuir o efeito da precocidade sobre níveis foliares, deve-se analisar as folhas em épocas fisiologicamente bem definidas, como por exemplo, no pendoamento ou florescimento.

Comparando-se os níveis encontrados, com os citados na literatura (vide ítem 2.3 da Revisão de Literatura) para a mesma época, verificou-se que os teores de N, P, Ca, Mg e dos micronutrientes estão próximos, ou mesmo abaixo, dos níveis críticos estabelecidos ou dos níveis mínimos. Contudo, este fato deve ser visto com reservas. As curvas tipo "C", descritas por STEENBJERG (1951) e STEENBJERG & JAKOBSEN (1963), além de outros fatores como, idade do tecido, parte da folha analisada, interação entre nutrientes e fatores climáticos, dificultam sobremaneira a interpretação dos dados das análises (VOSS *et al.*, 1970; STIVERS *et al.*, 1970; LOCKMAN, 1971; BATES, 1971; TERMAN, NOGGLE & ELGELSTAD, 1972; MUNSON, 1970; TERMAN, GIOR-DANO & ALLEN, 1972; MUNSON & NELSON, 1973; ALDRICH, 1973; JONES & ECK, 1973). Acredita-se, pela comparação dos dados obtidos, com os citados em LOCKMAN (1971), que um dos problemas associados aos baixos níveis encontrados no presente trabalho foi a irregularidade da pluviosidade (vide ítem 4.1.).

A importância do cultivar na interpretação dos resultados de análise foliar é relativa (BATES, 1971). Não há possibilidade de estabelecer uma correlação simples entre o teor de nutrientes e a produção, especialmente em se tratando de cultivares diferentes (RIVARD & BANDEL, 1974). Até para um mesmo cultivar, há um grande número de fatores que devem entrar na equação para se obter um coeficiente de correlação adequado (PECK *et al.*, 1969; DUMENIL, 1961; VOSS *et al.*, 1970; WALKER *et al.*, 1971). Quando se

emprega a porcentagem da produção máxima, para o mesmo cultivar, desprezando seu valor absoluto, os níveis críticos podem aproximar-se um do outro (ABGOOLA, 1972), mesmo em se tratando de cultivares distintos.

Vale salientar, como citam RIVARD & BANDEL (1974), que "a ausência de variabilidade na adubação empregada tende a diminuir a correlação teor X produção".

Assim, no presente trabalho pode-se verificar, pelos teores encontrados, embora apresentando diferenças estatísticas para certos elementos, os cultivares apresentaram teores que não diferem muito da faixa considerada 'suficiente'. Se bem que, o potencial de produção dos cultivares deve influir nestes teores, e nas interações entre nutrientes.

A título ilustrativo aplicou-se as equações desenvolvidas por GALLO *et al.* (1968), para o Estado de São Paulo, para correlação entre teores de N e P na folha (+ 4) e porcentagem da produção máxima, e obteve-se as seguintes produções máximas teóricas, para as condições em que foi desenvolvido o trabalho:

Cultivares	x = % de N	x = % de P
Agroceres 256	6699 kg/ha	6818 kg/ha
Agroceres 504	7127 kg/ha	7231 kg/ha
Centralmex	9022 kg/ha	8858 kg/ha
H - 7974	7944 kg/ha	8523 kg/ha
Piranão	7931 kg/ha	8508 kg/ha

Estas produções concordam, em certa extensão com os dados publicados pelo Departamento de Genética da ESALON*, desde que se leve em conta os fatores climáticos e edáficos.

* Relatório científico do Departamento de Genética (1971, 1972, 1973), da E.S.A. "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba.

4.5. Produção de grãos

Os dados referentes à produção de grãos pelos cultivares acham-se no Quadro 14.

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 que Agroceres 256 deu a menor média de produção de grãos. O Agroceres 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 Agroceres 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 Agroceres 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 Agroceres 257.

É provável que a irregularidade das chuvas tenha favorecido o Piranão em relação aos demais, devido à presença do gene br_2 (TREGUBENCO & NEPOMIACIS, 1971).

LEITE & PATERNIANI (1973), trabalhando no ano agrícola 1972/73 e aplicando 180 kg de N, 120 kg de P_2O_5 e 60 kg de K_2O por ha, obtiveram produções de 6255, 5637 e 5342 kg/ha, respectivamente para os cultivares Agroceres 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).

Quadro 14. Produção de grãos, 15% de umidade, em g/planta e kg/ha, dos cultivares e o rendimento dos grãos (PG/PE).
 PG = peso dos grãos; PE** = peso da espiga.

Cultivar	Amplitude de variação g/planta	Média de produção g/planta	kg/ha*	Peso da espiga g/planta	Relação PG/PE**
AGROCIERES 256	90,44 - 135,04	112,5	5627,2	154,0	0,73
AGROCIERES 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 por ha. ** Peso da espiga é tomado como peso dos grãos + sabugo + palha da espiga.

F. 0,77 0,83
 D.M.S. n.s. n.s.
 (Tukey (5%) 15,31% 14,73%
 C.V.

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: Agroceres 504 > H-7974 > Centralmex > Agroceres 256 > Piranão.

4.5. Exportação de nutrientes

Os dados referentes ao teor e quantidade de macronutrientes nas espigas acham-se no Quadro 15, e de micronutrientes no Quadro 16.

A análise estatística empreendida mostrou que, em relação à quantidade de nutrientes nos grãos, só houve diferença significativa em relação ao Mn, sendo que o Agroceres 504 apresentou maior quantidade que os outros cultivares.

É interessante assinalar, que o cultivar Agroceres 504 (opaco-2) apresentou teores mais elevados em N, P, K, S, Mn e Zn 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, e ao nível de 5% para o Cu.

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 Agroceres 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

Quadro 15. Teor percentual e quantidade de macronutrientes exportados pela espiga do cultivar.

CULTIVAR	Órgão	Nutrientes exportado pelo cultivar											
		N		P		K		Ca		Mg		S	
		%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
AGROCERES 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
AGROCERES 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	0,56	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		1,54
	palha* + sabugo	1,35	0,69		17,83**		9,58**		1,65				
D.M.S. (Tukey (5%))	grãos	n.s.	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
	palha* + sabugo	n.s.	n.s.		54		5		n.s.		n.s.		n.s.
C.V.	grãos	26,59%	24,33%		26,58%		21,88%		20,52%		20,52%		21,79%
	palha* + sabugo	22,61%	18,27%		14,29%		20,38%		22,32%		22,32%		22,26%

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).

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 colhita média de 6000 kg/ha de grãos, para uma população de 50.000 plantas/ha.

<u>Nutriente</u>	<u>Quantidade exportada por ha</u>
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
Enxôfre (S):	9 - 13 kg
Cobre (Cu):	26 - 35 g
Ferro (Fe):	200 - 220 g
Manganês (Mn):	90 - 140 g
Zinco (Zn):	160 - 250 g

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 também 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).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de se aquilatar diferenças no crescimento, produção e acumulação e exportação de nutrientes, entre os cultivares Agroceres 256, Agroceres 504 (opaco-2), Centralmex, H-7974 e Piranão (br₂br₂), cultivados em condições de campo.

O ensaio foi conduzido durante o ano agrícola 1972/73, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil, tendo como suporte um Regossol arenoso de média fertilidade, exceto em relação ao teor de K que é baixo. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. 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 - 45, em cobertura, 22 dias após a 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 os 120 dias. As plantas colhidas foram divididas em "colmo + folhas", pendão e espiga, e analisadas quimicamente para N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn.

Aos 60 dias após o plantio e no florescimento, foram coletadas as folhas (+ 4) e da inserção da espiga, respectivamente, para fins de diagnóstico.

Os dados obtidos e analisados estatisticamente permitem inferir as seguintes conclusões:

Crescimento

- Cultivares com produções semelhantes, nas mesmas condições de solo e clima, acumulam matéria seca em quantidades similares.
- 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 do máximo. O cultivar H - 7974 apresenta quantidades mais elevadas de Ca e Mg que os outros, enquanto o Agroceres 504 é mais rico em S que os outros cultivares.
- Diferenças na acumulação de micronutrientes manifestam-se antes da fase de crescimento intenso (20 dias), embora possam não ser mais de-
tectadas posteriormente.
- Há diferenças na taxa de acumulação de alguns nutrientes (Zn, p. ex.) entre cultivares, sem afetar a quantidade máxima acumulada.
- 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); Cu (101 - 104); Fe (106 - 120);

Mn (82 - 94) e Zn (87 - 108).

- As quantidades máximas extraídas pelos cultivares estão dentro dos limites (em mg/planta): N (3.169 - 3.878); P (541 - 642); K (3.850 - 4.693); Ca (582 - 782); Mg (654 - 943); S (444 - 799); Cu (2,06 - 3,49); Fe (26,66 - 36,29); Mn (9,92 - 14,39) e Zn (5,88 - 6,69).

Diagnose foliar

- Há diferenças nas concentrações de P, K, Ca, Mg e Fe, na matéria seca das folhas (+ 4%) dos cultivares aos 60 dias após o plantio, e nas concentrações de P, K, Cu e Fe na folha da inserção da espiga, na fase de florescimento. Diferenças estas que não afetam a produção de grãos.

- A extensão das diferenças entre cultivares nos níveis foliares dos nutrientes depende da época de amostragem. As coletas feitas em épocas fisiológicas determinadas tende a diminuir estas diferenças.

- Cultivares com potenciais de produção semelhantes podem ser tratados igualmente em relação a análise de folhas, desde que se adote uma faixa de teores adequados.

Produção

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

Exportação de nutrientes

- Não há diferenças na quantidade de nutrientes exportada nos grãos dos cultivares, exceto para o Mn.

- 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 (11 - 111 kg); P (22 - 30 kg);

K (30 - 45 kg); Ca (0,7 - 1,1 kg); Mg (10 - 12 kg); S (9 - 13 kg); Cu (26 - 35 g);
Fe (200 - 220 g); Mn (90 - 140 g) e Zn (160 - 250 g).

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

6. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The objective of the present work was to examine the differences in growth, yield, accumulation and transport of nutrients between the cultivars Agroceres 256, Agroceres 504 (opaque-2), Centralmex, H-7974 and Piranão (br₂br₂), grown in the field.

The experiment was carried out during the summer of 1972/73, in the municipality of Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. The soil type was a sandy "Regossol" 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 a 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 thereafter at intervals of 20 days up to 120 days. The plants collected were divided into stems + leaves, tassels, and ears for chemical analysis of N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn and Zn.

60 days after planting and at flowering the leaves (+ 4) and the ear leaf, respectively, were harvested for diagnostic purposes.

*Conclusions:**Growth*

- Cultivars of similar yield should, under the same conditions of soil and climate, produce similar quantities of dry matter.

- The cultivars produce maximum quantities of dry matter of 327 to 381 g per plant, at an 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 related 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 whereas Agrocerec 504 was richest in S.

- Differences in the accumulation of micronutrients appeared before the period of rapid growth (20 days) although afterwards no differences were detectable.

- The selection of plant on the basis of productivity should, except in specific cases, lead to plants with similar nutritional requirements.

- The maximum level of nutrients are attained in the following periods (in days): N (89 - 100); P (101 - 120); K (58 - 66); Ca (75 - 94); Mg (100 - 120); S (93 - 95); Cu (101 - 104); Fe (106 - 120); Mn (82 - 94) and Zn (87 - 108).

- 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); Cu (2,06 - 3,49); Fe (26,66 - 36,29); Mn (9,92 - 14,39) and Zn (5,88 - 6,69).

Leaf analysis

- Differences exist in the concentrations of P, K, Ca, Mg and Fe in the leaf (+ 4) dry matter of the cultivars at 60 days after planting, and in the concentrations of P, K, Cu and Fe during flowering. Such differences did not affect the production of grain.

- The extent of the differences between cultivars in the levels of nutrients in the leaves depends on the period of sampling.

- The harvestry of leaves at determined physiological periods tend to diminish these differences.

- Cultivars with similar yield potential may be regarded equally in relation to their leaf analysis, provided that one adopts an adequate range of nutrient levels.

Yield

- No differences were found between cultivars for grain production. The relation grain weight/ear weight follows in decreasing order: Agroceres 504, H-7974, Centralmex, Agroceres 256 and Piranão.

Transport of nutrients

- There were no differences in the amounts of nutrients in the grain between cultivars, except for Mn.

- Besides the differences in the quantity of nutrients transported to the ear, there are differences in the distribution within the ear.

- The transport of nutrients into the ears of the different cultivars are of the following order (per hectare harvested):

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); Cu (26 - 35 g); Fe (200 - 220 g); Mn (90 - 140 g) and Zn (160 - 250 g).

7. LITERATURA CITADA

- ABGOOLA, A.A. - 1972.* The relationship between the yields of eight varieties of Nigerian maize and content of nitrogen, phosphorus and potassium in the leaf at flowering stage. *J. Agric. Sci.*, 79: 391-396.
- ADELANA, B.O. & G.M. MILBOURN - 1972.* The growth of maize. II. Dry matter partition in three maize hybrids. *J. Agric. Sci.*, 78: 73 - 78.
- ALDRICH, S.R. - 1973.* Plant analysis: problems and opportunities. In: Walsh, L.M. & J.D. Beaton (eds.). Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wis., p. 213 - 221.
- ANDREW, R.H. & S.S. SOLANSKI - 1966.* Comparative root morphology for inbred lines of corn as related to performance. *Agron. J.*, 58: 415-418.
- 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, D.E.; B.R. BRADFORD & W.I. THOMAS - 1966.* Leaf analysis of corn - tool for predicting soil fertility needs. *Better Crops Plant Food.*, 50: 36 - 40.

- BAKER, D.E.; B.R. BRADFORD & W.I. THOMAS - 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.
- _____ ; A.E. JARREL; L.E. MARSHALL & W.I. THOMAS - 1970. Phosphorus uptake from soils by corn hybrids selected for high and low phosphorus accumulation. Agron. J., 62: 103 - 106.
- _____ ; F.J. WOODING & M.W. JOHNSON - 1971. Chemical element accumulation by population of corn (*Zea mays* L.), selected for high and low accumulation of P. Agron. J., 63: 404 - 406.
- 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.
- BARBER, W.D.; W.I. THOMAS & D.E. BAKER - 1967. Inheritance of relative phosphorus accumulation in corn (*Zea mays* L.). Crop Sci., 7: 104 - 107.
- _____ & _____ - 1972. Evaluation of genetics of relative phosphorus accumulation by corn (*Zea mays* L.) using chromosomal translocations. Crop Sci., 12: 755 - 758.
- 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.
- BATES, T.E. - 1971. Factors affecting critical nutrient concentration in plants and their evaluation: a review. Soil Sci., 112: 116 - 130.
- BEADLE, G.W. - 1929. Yellow stripe: a factor for chlorophyll deficiency in maize located in the Prpr chromosome. Amer. Natur., 63: 189 - 192.
- BELL, W.D.; L. BOGORAD & W.J. McILLRATH - 1958. Response of the yellow-strip maize mutant (ys_1) to ferrous and ferric iron. Bot. Gaz., 120: 36-39.
- _____ ; _____ & _____ - 1962. Yellow-stripe phenotype in maize. Bot. Gaz., 124: 1 - 8.

- BENNET, W.F.; G. STANFORD & L. DUMENIL - 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.
- BLANCO, H.G. & H. GODOY - 1967.* Cartas das chuvas do Estado de São Paulo. Instituto Agronômico, Campinas, SP.
- BRADFORD, R.R.; D.E. BAKER & W.I. THOMAS - 1966.* Effect of soil treatments on chemical element accumulation of four corn hybrids. *Agron. J.*, 58: 614 - 617.
- BRASIL SOBQ, M.O.C. - 1966.* Levantamento do teor de zinco em alguns solos do município de Piracicaba. Piracicaba, SP., 96 pp. Tese (cátedra)-ESALQ.
- BROWN, J.C. - 1967.* Differential uptake of Fe and Ca by two corn genotypes. *Soil Sci.*, 193: 331 - 338.
- _____ & *W.D. BELL - 1969.* Iron uptake dependent upon genotypes of corn. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 33: 99 - 101.
- _____ & *J.E. AMBLER - 1970.* Further characterization of iron uptake in two genotypes of corn. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 34: 249 - 252.
- _____ ; _____ ; *R.L. CHANEY & C.E. FOY - 1972.* Differential response of plant genotypes to micronutrients. In: Mortvedt, J.J. et al. (eds.). *Micronutrients in agriculture*. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wis., p. 389 - 413.
- _____ & *R.B. CLARK - 1974.* Differential response of two maize imbrods to molybdenum stress. *Soil Sci. Amer. Proc.*, 38: 331 - 333.
- CHAPMAN, H.D. (ed.) - 1966.* Diagnostic criteria for plants and soils. Univ. of California, Division of Agric. Sciences.
- _____ - 1967. Plant analysis values suggestive of nutrient status of selected Crops. In: Hardy, G.W. et al., (eds). *Soil testing and plant analysis, part II*. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wis., p. 77 - 92.

- CLARK, R.B. & J.C. BROWN - 1974-a. Internal root control of iron uptake and utilization in maize genotypes. *Plant and Soil*, 40: 667 - 677.
- _____ & _____ - 1974-b. Differential mineral uptake by maize imbeds. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 5: 213 - 227.
- CRAIG, W.F. & W.I. THOMAS - 1970. Prediction of chemical accumulation in maize double-cross hybrids from single-cross data. *Crop. Sci.*, 10: 609 - 610.
- CIMMYT - 1972. Informe Anual. El Batán, México.
- DE LONG, W.A.; D.C. MACKAY & H.A. STEPLER - 1953. Coordinated soil plant analysis. I. Nutrient cations. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 19: 449 - 450.
- DEPARDON - MAUVISSEAU, B. - 1952. Besoins en elements fertilisants des maïs hybrides. *C.R. Ac. Agr.*, 38: 143 - 145.
- DONALD, C.M. - 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*, 17: 385 - 403.
- DUMENIL, L. - 1961. Nitrogen and phosphorus composition of corn leaves and corn yields in relation to critical levels and nutrient balance. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 25: 295 - 298.
- DUNCAN, W.G. - 1967. Corn yield to meet the challenge. In: Maximum crop yield - the challenge. American Society of Agronomy (publicação especial n° 9), Madison, Wis., p. 51 - 56.
- DYNARD, T.B.; J.W. TANNER & W.G. DUNCAN - 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.
- _____ & R.L. JEFFERIES - 1964. The genetic basis of selective ion transport in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 15: 169 - 184.

- FERRARI, G. & F. RENOSTO - 1972. Comparative studies on active transport by excised roots of inbred and hybrid maize. J. Agri. Sci., 79: 105 - 108.
- FOY, C.D. & S.A. BARBER - 1958. Magnesium absorption and utilization by two inbred lines of corn. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 22: 57 - 62.
- FRIED, M. & M. PEECH - 1946. The comparative effects of lime and gypsum upon plants grown on acid soils. J. Amer. Soc. Agron., 38: 614 - 623.
- GALLO, J.R.; R. HIROCE & L.T. de MIRANDA - 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.
- _____ ; S.S. BRANDÃO & F.R. GOMES - 1969. Efeito da população de plantas e níveis de nitrogênio sobre a produção e sobre o peso médio das espigas de milho. Experimentiae, 9: 39 - 82.
- GERLOFF, G.C. - 1963. Comparative mineral nutrition of plants. Ann. Rev. Plant Physiol., 14: 107 - 124.
- GOODALL, D.W. & F.G. GREGORY - 1947. Chemical composition of plants as an index of their nutritional status. Imp. Bur. Hort. Plant Crops Tech. Comm., 17: 1 - 167.
- GOODSELL, S.F. - 1968. Potassium levels in mature seeds of normal and opaque - 2 maize. Crop Sci., 8: 281 - 282.
- GORSLINE, G.W.; J.L. RAGLAND & W.I. THOMAS - 1961. Evidence for inheritance of differential accumulation of calcium, magnesium and potassium by maize. Crop Sci., 1: 155 - 156.
- _____ ; W.I. THOMAS & D.E. BAKER - 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.

- GORSLINE, G.M.; D.E. BAKER & W.I. THOMAS - 1965.* Accumulation of eleven elements by field corn (*Zea mays* L.). The Pennsylvania Agricultural Experiment Station. Bull. 725.
- GREGORY, F.G. & F. CROWTHER - 1928.* A physiological study of varietal difference in plants. Part I: A study of the comparative yields of barley varieties with different manurings. Ann. Bot., 42: 757 - 770.
- HAAG, H.P.; A. BLUMENSCHNEIN & R. VENCOVSKY - 1971.* Influência genética na absorção de elementos nutritivos pela planta de milho. Relatório Científico do Instituto de Genética - ESALQ, 5: 63 - 68.
- HAGEMAN, R.H.; D. FLESHER & A. GITTER - 1961.* Diurnal variation and other light effects influencing the activity of nitrate reductase and nitrogen metabolism in corn. Crop. Sci., 1: 201 - 204.
- HALIM, A.H.; C.E. WASSON & R. ELLIS Jr. - 1968.* Zinc deficiency symptoms and zinc and phosphorus interactions in several strains of corn (*Zea mays* L.). Agron. J., 60: 267 - 271.
- 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. - 1962-a.* 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.
- _____ - 1962-b. 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.
- _____ : S.A. BARBER; R.H. BRAY; A.C. CALDWELL; M. FRIED; L.T. KURTZ; K. LANTON; J.T. PESEK; K. PRETTY; M. REED & F.W. SMITH - 1962. North Central regional potassium studies. III. Field studies with corn. Iowa State Exp. Res. Bull., 503: 407 - 438.
- _____ & W.A. RUSSEL - 1969. Dry-matter accumulation in corn plants: comparisons among single-cross hybrids. Agron. J., 61: 947 - 951.

- HARVEY, P.H.* - 1939. Hereditary variations in plant nutrition. *Genetics*, 24: 437 - 461.
- HYLTON, L.O., Jr.; A. ULRICH & D.R. CORNELIUS* - 1967. Potassium and sodium interrelations in growth and mineral content of Italian ryegrass. *Agron. J.*, 59: 311 - 314.
- JENNE, E.A.; H.F. RHOADES; C.H. YIEN & O.W. HOWE* - 1958. Change in nutrient element accumulation by corn with depletion of soil moisture. *Agron. J.*, 50: 71 - 74.
- JONES, J.B., Jr.* - 1967. Interpretation of plant analysis for several agronomic crops. In: Hardy, G.W. (ed). Soil testing and plant analysis, part II. Soil Science Society of America (publicação especial n° 2), Madison, Wis., p. 49 - 58.
- _____ - 1972. Plant tissue analysis for micronutrients. In: Mortvedt, J.J. et al., (eds). Micronutrients in agriculture. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wis., p. 319 - 346.
- _____ & H.V. ECK - 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing corn and grain sorghum. In: Walsh, L.M. & J.D. Beaton(eds.). Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wis., p. 349 - 364.
- JONES, W.J., Jr. & H.A. HUSTON* - 1914. Composition of maize at various stages of its growth. *Indiana Agr. Expt. Sta. Bull*, 175.
- KLIMASHEVSKII, E.L.* - 1966. The mechanism of response of various varieties of corn to root nutrition. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR.*, 168: 1212 - 1213.
- KOLLER, O.L. & C.M. MUNSTOCK* - 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 da Potassa, (ed.). São Paulo, SP., p. 11 - 19.
- LAGATU, H. & L. MAUMÉ* - 1926. Diagnostic de l'alimentation d'un vegetal par l'évolution chimique d'une feuille convenablement choisie. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 182: 653 - 655.

- LAGATU, H. & L. MAUMÉ - 1930.* Le diagnostic foliaire de la pomme de terre. Premier Mémotre. Annals Éc. Natn. Agric. Montpellier, 20: 219 - 281.
- LEITE, D.R. & E. PATERNIANI - 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 of potassium in agriculture. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wis., p. 147 - 164.
- LOCKMAN, R.B. - 1969.* Relationships between corn yields and nutrient concentration in seedling whole-plant samples. Agron. Abstr., p. 97. American Society of Agronomy, Madison, Wis.
- LOUË, A. - 1963.* Estudo comparativo das exigências minerais de algumas variedades de milho híbrido. Fertilité, 20: 22 - 32.
- LUTZ, J.A., Jr.; C.F. GENTER & G.W. HAWKINS - 1972.* Effect of soil pH on element concentration and uptake by maize. I: P, K, Ca, Mg, and Na. Agron. J., 64: 581 - 583.
- LYNESS, A.S. - 1936.* Varietal differences in the phosphorus feeding capacity of plants. Plant Physiol., 2: 785 - 793.
- MACY, P. - 1936.* The quantitative mineral nutrient requirements of plants. Plant Physiol., 11: 749 - 764.
- MALAVOLTA, E. & H. GARGANTINI - 1966.* Nutrição e adubação mineral. In: Cultura e adubação do milho. Instituto Brasileiro da Potassa, (ed.). São Paulo, SP., p. 381 - 428.
- _____ ; H.P. HAAG; F.A.F. MELLO & M.O.C. BRASIL SOB? - 1974. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. Liv. Pioneira editora, São Paulo. 727 pp.
- MELSTED, S.W.; H.L. MOTTO & T.R. PECK - 1969.* Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data. Agron. J., 61: 17 - 20.

- 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.
- MOORE, D.P. - 1972.* Mechanisms of micronutrients uptake by plants. In: Mortvedt, J.J. et al., (eds.). Micronutrients in agriculture. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wis., p. 171 - 198.
- MUNSON, R.D. & W.L. NELSON - 1973.* Principles and practices in plant analysis. In: Walsh, L.M. & J.D. Beaton, eds. Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wis., p. 223 - 248.
- 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.
- NEUBERT, P.; W. WRAZIDLO; N.P. VIELEMAYER; I. HUNDT; F. GULLMICK & W. BERGMANN - 1969.* Tabellen zur planzenanalyse-erste orientierende übersicht. Institut fur planzener-nahrung. Jena, Berlin.
- OLSEN, S.R. - 1972.* Micronutrients interactions. In: Mortvedt, J.J. et al., (eds.). Micronutrients in agriculture. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wis., p. 243 - 264.

- OLSON, R.A. & R.E. LUCAS - 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. & D.N. MOSS - 1966.* Photosynthesis in K and Mg deficient maize (*Zea mays* L.) leaves. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 30: 220 - 223.
- _____ ; *J.L. RAGLAND & W.G. DUNCAN - 1971.* Grain filling period of corn as influenced by phosphorus, potassium and the time of planting. Agron. J., 63: 561 - 563.
- PECK, T.R.; W.M. WALKER & L.V. BOONE - 1969.* Relationship between corn yield and leaf levels of ten elements. Agron. J., 58: 299 - 301.
- 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.
- PHILLIPS, J.W.; D.E. BAKER & C.O. CLAGETT - 1971-a.* Kinetics of P absorption by excised roots and leaves of corn hybrids. Agron. J., 63: 517 - 520.
- _____ ; _____ & _____ - 1971-b. Identification of compounds which account for variation in P concentration in corn hybrids. Agron. J., 63: 541 - 543.
- PIMENTEL GOMES, F. - 1973.* Curso de estatística experimental, 7^a ed., São Paulo. Liv. Nobel S.A. 430 pp.
- PREVOT, P. - 1953.* Les bases du diagnostic foliaire. Application à l'arachide. Oléagineux, 8: 67 - 71.
- RABIDEAU, G.S.; W.G. WHALEY & C. HELMSCH - 1950.* The absorption and distribution of radioactive phosphorus in two maize imbeds and their hybrid. Am. J. Bot., 37: 93 - 99.

- RANZANI, G. - 1956.* Levantamento da carta de solo da Secção Técnica "Química Agrícola" da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, SP. Tese (livre docente) - ESALQ.
- REICHMAN, G.A.; D.L. GRUNES; C.W. CARLSON & J. ALESSI - 1959.* N and P composition and yield of corn as affected by fertilization. *Agron. J.*, 51: 575 - 578.
- RIVARD, C.E. & V.A. BANDEL - 1974.* Effect of variety on nutrient composition of field corn. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 5: 229 - 242.
- ROBERTSON, W.K.; L. THOMPSON & L.C. HAMMOND - 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. - 1972.* Análises químicas em plantas. Apostila do curso pós-graduado de Solos e Nutrição de Plantas, E.S.A. "Luiz de Queiroz" (mimeografado).
- _____ & M.P. HAAG - 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.
- _____ - 1955. Mineral nutrition of corn. In: Sprague, G.F., (ed.). Corn and corn improvement. Academic Press, Inc., New York, N.Y., p. 293 - 314.
- SMITH, S.N. - 1934.* Response of inbred lines and crosses in maize to variations of nitrogen and phosphorus supplied as nutrient. *J. Amer. Soc. Agron.*, 26: 785 - 806.
- SNIDER, J.H. - 1953.* Strong roots make high corn yields. *Better Crops Plant Food.*, 37: 17 - 19.
- SOUBIES, L. & R. GADET - 1953.* L'exportation d'éléments fertilisants par le maïs. *C.R. Ac. Agr.*, 39: 176 - 178.

- SPRAGUE, G.F. - 1969.* Germ Plasm manipulation in the future. In: J.D. Eastin et al., (eds.). Physiological aspects of ~~crop~~ yield. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America, Madison, Wis., p. 375 - 395.
- STEENBJERG, F. - 1951.* Yield Curves and chemical plant analysis. *Plant Soil*, 3: 97 - 109.
- _____ & *S.T. JAKOBSEN - 1963.* Plant and yield curves. *Soil Sci.*, 95: 69 - 88.
- STIVERS, R.K.; D.R. GRIFFITH & E.P. CHRISTMAS - 1970.* Corn row spacing, populations and hybrids on five soils in Indiana, 1966 - 1968. *Indiana Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* R.B. 860.
- TAVARES, F.C. & J.R. ZINSLY - 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.
- TERMAN, G.L.; J.C. NOGGLE & O.P. ENGELSTAD - 1972.* Concentration of N and P in young corn plants, as affected by various growth limiting factors. *Agron. J.*, 64: 384 - 388.
- _____ ; *P.M. GIORDANO & S.E. ALLEN - 1972.* Relationships between dry matter yields and concentrations of Zn and P in young corn plants. *Agron. J.*, 64: 684 - 687.
- _____ ; *S.E. ALLEN & P.M. GIORDANO - 1973.* Dry matter yield N and S concentration relationships and ratios in young corn plants. *Agron. J.*, 65: 633 - 636.
- _____ & *S.E. ALLEN - 1974.* Accretion and dilution of nutrients in young corn, as affected by yield response to nitrogen, phosphorus and potassium. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 38: 455 - 460.
- TREGUEMCO, M.J. & V.I. NEPOMNACIS - 1971.* The water consumption of brachytic maize hybrids in relation to their yields. Apud: *Plant Breeding Abst.*, vol. 41, nº 2, p. 340.

- TUKEY, H.B., Jr.; H.B. TUKEY & S.H. WITTWER - 1958.* Loss of nutrients by foliar leaching as determined by radioisotopes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 71: 496 - 506.
- TYNER, E.H. - 1946.* The relation of corn yields to leaf nitrogen, phosphorus, and potassium content. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 11: 317 - 323.
- ULRICH, A. - 1948.* Plant analysis methods and interpretation of results. In: Diagnostic techniques for soils and crops. American Potash Institute, Washington.
- VEIGAS, G.P.; J. ANDRADE SOBO & W.R. VENTURINI - 1963.* Comportamento dos milhos H-6999, Asteca e Cateto, em três níveis de adubação e três espaçamentos em São Paulo. Bragantia, 22: 201 - 236.
- VIETS, F.G., Jr.; C.L. CROWFORD & C.E. NELSON - 1954.* The relationship among corn yield, leaf composition, and fertilizer applied. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 18: 297 - 301.
- 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.
- VOSS, R.E.; J.J. HANWAY & L.C. DUMENIL - 1970.* Relationship between grain yield, and leaf N, P, and K concentrations for corn (*Zea mays* L.) and the factors that influence this relationship. Agron. J., 62: 726-728.
- WALKER, W.M.; R.D. VOSS & T.R. PECK - 1972.* Relationship between corn leaf composition and high and low yield levels. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 2: 389 - 397.
- WARNER, R.L.; R.H. HAGEMAN; J.W. DUDLEY & R.J. LAMBERT - 1969.* Inheritance of nitrate reductase activity in *Zea mays* L. Proc. Nat. Acad. Sci., 62: 785 - 792.
- WARNOCK, R.E. - 1970.* Micronutrient uptake and mobility within corn plants (*Zea mays*) in relation to phosphorus - induced zinc deficiency. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 34: 765 - 769.

- WATANABE, F.S.; W.L. LINDSAY & S.R. OLSEN - 1965.* Nutrient balance involving phosphorus, iron, and zinc. Soil Sci. Soc. Amer., 29: 562 - 565.
- WEINMANN, H. - 1956.* Studies on the chemical composition and nutrient uptake of maize. Rhod. Agr. J., 53: 168 - 181.
- WILCOX, G.E. & R. COFFMAN - 1972.* Simplified plant evaluation of K status. Better Crops Plant Food, 56: 8 - 9, 30.
- WITTELS, H. & L.F. SEATZ - 1953.* Effects of potash fertilization on yield, stalk breakage and mineral composition of corn. Soil Sci. Amer. Proc., 17: 369 - 371.
- WUTKE, A.C.P. - 1972.* Análise química na avaliação da fertilidade. In: Moniz, A.C. (coord.). Elementos de Pedologia. Ed. Polígono - Ed. USP, São Paulo, p. 223 - 229.